



Regione Sardegna
 Provincia di Sassari
 Comuni di Tergu, Nulvi, Sedini, Chiaramonti,
 Ploaghe e Codrongianos



Proposta di ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco Eolico Nulvi Tergu” esistente da 29,75 MW, con smantellamento degli attuali 35 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 15 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 99 MW

Titolo:

RELAZIONE GENERALE

Numero documento:

Commissa	Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2 2 4 3 0 8	D	R	0 1 0 1	0 1

Proponente:

FRI-EL

FRI-EL ANGLONA S.R.L.
 azza del Grano 3
 100 Bolzano (BZ)
fri-el_anglona@legalmail.it
 P.iva 02429050210

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Cardito, 202 | 83031 | Ariano Irpino (AV)
 Tel. +39 0825 891313
www.progettoenergia.biz | info@progettoenergia.biz

SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES



Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
	00	25.07.2022	EMMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	E. FICETOLA	D. LO RUSSO	M. LO RUSSO
01	14.03.2024	AGGIORNAMENTO LAYOUT	C. ELIA	D. LO RUSSO	M. LO RUSSO	

INDICE

1. PREMESSA	4
2. SCOPO	4
3. DESCRIZIONE GENERALE DELL’IMPIANTO EOLICO ESISTENTE DA DISMETTERE	5
3.1. CONSISTENZA ED UBICAZIONE DELL’IMPIANTO EOLICO ESISTENTE	5
3.2. PARERI ACQUISITI IN AUTORIZZAZIONE.....	9
3.3. DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE	10
4. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO D’AMMODERNAMENTO	11
4.1. CONSISTENZA ED UBICAZIONE DEL PROGETTO D’AMMODERNAMENTO	11
4.1.1. VARIANTE NON SOSTANZIALE AI SENSI DELL’ART. 5 DEL D.LGS N.28/2011	14
5. CRITERI DI PROGETTAZIONE	16
5.1. MOTIVAZIONE SCELTA PROGETTUALE.....	16
5.2. OBIETTIVI DEL PROGETTO	17
5.3. INSERIMENTO SUL TERRITORIO.....	18
5.4. VANTAGGI ATTESI DALLA SOLUZIONE PROGETTUALE	19
5.5. ALTERNATIVA ZERO.....	20
5.6. ALTERNATIVE TECNOLOGICHE E LOCALIZZATIVE.....	20
5.7. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE.....	20
5.8. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	21
5.9. SICUREZZA DELL’IMPIANTO	22
6. INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO D’AMMODERNAMENTO.....	24
6.1. GEOLOGIA	24
6.2. TOPOGRAFIA.....	27
6.3. IDROLOGIA	27
6.4. IDROGEOLOGIA.....	28
6.5. STRUTTURE.....	28
6.6. GEOTECNICA.....	29
6.7. ESPROPRI.....	30
6.8. PAESAGGIO.....	30
6.9. AMBIENTE.....	32
6.10. IMMOBILI DI INTERESSE STORICO ARTISTICO E ARCHEOLOGICO	33
6.11. INDAGINI E STUDI	34
7. DESCRIZIONE DELLE OPERE	34
7.1. DATI GENERALI D’IMPIANTO.....	34
7.2. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO	35
7.2.1. AEROGENERATORI	35
7.2.2. VIABILITÀ E PIAZZOLE	39
7.2.3. CAVIDOTTI MT	40
7.2.4. IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE	43
7.2.4.1. STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA.....	43
7.2.5. IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE	48
8. IDONEITÀ RETI ESTERNE SERVIZI	48

9. CENSIMENTO DELLE INTERFERENZE E DEGLI ENTI GESTORI.....	48
9.1. PROGETTO DELL’INTERVENTO DI RISOLUZIONE DELLA SINGOLA INTERFERENZA	48

1. PREMESSA

La Società FRI-EL in data 23 gennaio 2023 ha presentato istanza di Valutazione di Impatto Ambientale al Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica, ai sensi dell’art.23 del D. Lgs. 152/2006, di un Progetto d’ammodernamento di un impianto eolico esistente “Parco Eolico Nulvi Tergu”, con la contestuale installazione di n. 15 aerogeneratori (al posto dei 35 aerogeneratori attualmente esistenti) della potenza nominale unitaria di 6,6 MW ciascuno e delle relative opere di connessione.

Il presente documento costituisce una revisione della Relazione Generale, consegnata a gennaio 2023, che tiene conto dell’ottimizzazione del layout, a seguito della modifica del preventivo di connessione da parte del gestore di rete, prevedendo ammodernamento tecnico della esistente Stazione Elettrica di Utenza ubicata nel comune di Tergu (SS) e connessa, a sua volta, all’esistente CP 150/20 kV di Enel Distribuzione Spa di Tergu.

L’ottimizzazione del layout ha determinato una notevole riduzione dell’effetto antropico e un minor utilizzo di suolo. Nello specifico si riscontra:

- eliminazione della Stazione Elettrica di Utenza 150/30 kV, ubicata nel comune di Nulvi (SS);
- eliminazione del Cavidotto con livello di tensione 150 kV nei comuni di Nulvi (SS), Chiaramonti (SS), Ploaghe (SS) e Codrongianos (SS);
- eliminazione della Stazione Elettrica di Condivisione 150 kV, ubicata nel comune di Codrongianos (SS);
- il progetto di ammodernamento andrà ad interessare esclusivamente i comuni di Nulvi (SS) e Tergu (SS).

Inoltre, sono state effettuate alcune modifiche alla posizione degli aerogeneratori al fine di garantire una idonea distanza tra di essi, garantendo il rispetto di 5 volte il diametro del rotore lungo la direzione predominante del vento e 3 volte il diametro lungo la direzione perpendicolare a quella prevalente del vento.

Al fine di una più chiara ed immediata lettura, le modifiche indotte dall’ottimizzazione del layout rispetto quanto già presentato, saranno indicate con una diversa colorazione (blu).

2. SCOPO

Scopo del presente documento è la redazione della relazione generale finalizzata all’ottenimento dei permessi necessari all’**ammodernamento complessivo (repowering) di un impianto eolico esistente, sito nei Comuni di Tergu (SS) e Nulvi (SS)**, realizzato con Concessione Edilizia (n. 24 del 2003 del comune di Tergu e n. 55 del 2003 del comune di Nulvi per il progetto definitivo e n. 16 del 2004 del comune di Tergu e n. 55 del 2004 del comune di Nulvi per la variante in corso d’opera del Parco eolico Nulvi-Tergu), di proprietà della società FRI.EL Anglona S.r.l..

L’impianto eolico esistente è costituito da 35 aerogeneratori (modello Vestas V52) con diametro di 52 m, altezza massima pari a 81 m e potenza di 850 kW per una potenza totale di impianto pari a 29,75 MW, realizzato nei Comuni di Tergu e Nulvi, con opere di connessione ricadenti nel Comune di Tergu (SS), dove il cavidotto in media tensione interrato raggiunge la Stazione Elettrica di Utenza 150/20 kV, a sua volta connessa alla dell’esistente C.P. 150/20 kV di Enel Distribuzione Spa di Tergu. L’impianto eolico appena descritto è definito nel seguito **“Impianto eolico esistente”**.

L’ammodernamento complessivo dell’impianto eolico esistente, oggetto della presente valutazione, consta invece nell’installazione di 15 aerogeneratori con diametro massimo di 170,0 m, altezza massima pari a 203,00 m e potenza unitaria massima di 6,6 MW, per una potenza totale pari a 99 MW, da realizzare nel medesimo sito. **Le opere connesse ed infrastrutture indispensabili sono ubicate nei comuni di Tergu, Nulvi e Sedini. L’esistente Stazione Elettrica di Utenza, sita nel comune di Tergu, sarà potenziata e, divenuta da 150/30 kV, sarà a sua volta connessa all’esistente ed adiacente C.P. di Enel Distribuzione S.p.A., sita nel medesimo comune.** Il repowering descritto è definito nel seguito **“Progetto di ammodernamento”**.

Si evidenzia che nel Documento relativo alla **Strategia Energetica Nazionale (SEN 2017)** del 10 novembre 2017 si fa riferimento ai progetti di *repowering*, quali **occasione per attenuare l’impatto degli impianti eolici esistenti**, considerata la possibilità di ridurre il numero degli aerogeneratori a fronte di una maggiore potenza prodotta dall’installazione di nuove macchine, con ciò **garantendo comunque il raggiungimento degli obiettivi assegnati all’Italia**.

Si precisa che l’ammodernamento tecnico è stato progettato come **“un intervento non sostanziale”, ai sensi dell’art. 5, comma3, 3-bis, 3-ter e 3-quater del D.Lgs 28/2011**, così come modificato dall’art. 32 comma 1, del D.L. 77/2021 e dall’art. 9 comma 1 della Legge n.34 del 2022.

Inoltre, ai sensi dell’art. 22 comma 1 del D.Lgs 199/2021 del D.Lgs 199/2021, dato che il Progetto di Ammodernamento ricade in area idonea ai sensi dell’art. 20 comma 8 del medesimo D.Lgs. **l’autorità competente in materia paesaggistica si esprime con parere obbligatorio non vincolante ed i termini delle procedure di autorizzazione sono ridotti di un terzo**.

Ciò detto, il presente documento contiene:

- criteri delle scelte progettuali, inserimento sul territorio, caratteristiche dei materiali, criteri di progettazione strutture e impianti, sicurezza funzionalità e economia;
- aspetti relativi a geologia, topografia, idrologia, idrogeologia, strutture e geotecnica, interferenze, espropri, paesaggio, ambiente, immobili di interesse storico artistico e archeologico, indagini e studi;
- relazione descrittiva delle opere;
- idoneità reti esterne servizi;
- interferenze con reti aeree e sotterranee ed eventuali soluzioni.

3. DESCRIZIONE GENERALE DELL’IMPIANTO EOLICO ESISTENTE DA DISMETTERE

3.1. CONSISTENZA ED UBICAZIONE DELL’IMPIANTO EOLICO ESISTENTE

L’impianto eolico esistente, da dismettere, è costituito come di seguito descritto:

- ✓ n° 35 aerogeneratori (modello Vestas V52) e relative fondazioni, piazzole e viabilità;
- ✓ cavidotto interrato di collegamento in media tensione (MT = 20 kV) fra gli aerogeneratori e la Stazione di Utenza di utenza;
- ✓ n° 1 Stazione Elettrica di Utenza con relativi impianti elettrici MT/AT (MT = 20 kV -AT=150 kV) ubicata nel comune di Tergu;

Le macchine hanno tutte una potenza dichiarata di 850 kW per un totale di 29,75 MW con tre pale, un rotore da 52 m di diametro ed un’altezza di hub di 55 m.

L’impianto eolico esistente come innanzi descritto, è ubicato a nord del comune di Nulvi (SS) e a sud del comune di Tergu (SS), situato ad un’altitudine compresa fra i 370 e 570 m slm.

Le opere di connessione, il cavidotto di collegamento e la stazione di utenza sita in prossimità della “C.P. Tergu” interessano i territori comunali di Nulvi e Tergu, entrambi in provincia di Sassari.



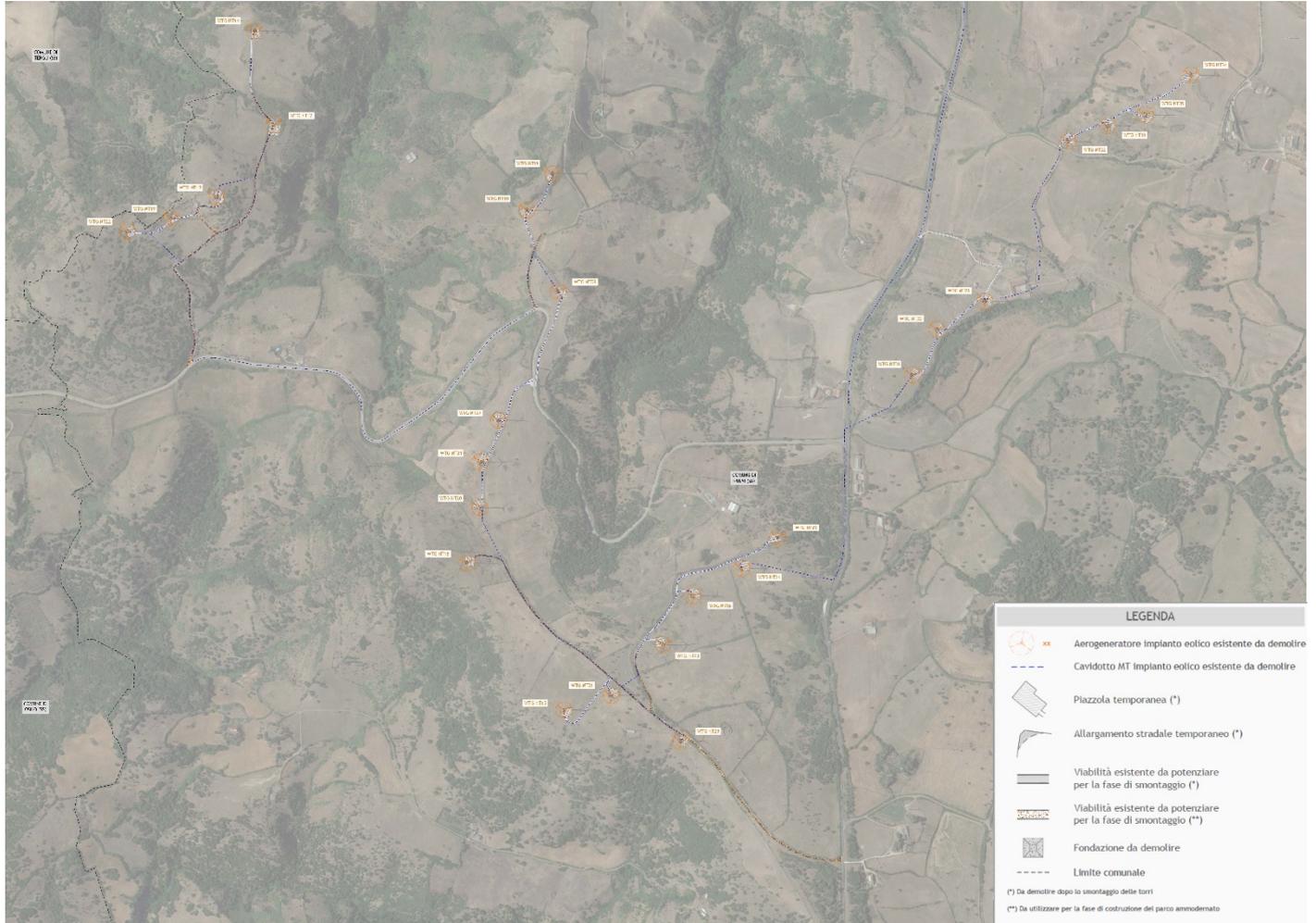


Figura 1 – Stralcio della planimetria con individuazione dell'impianto eolico esistente su ortofoto

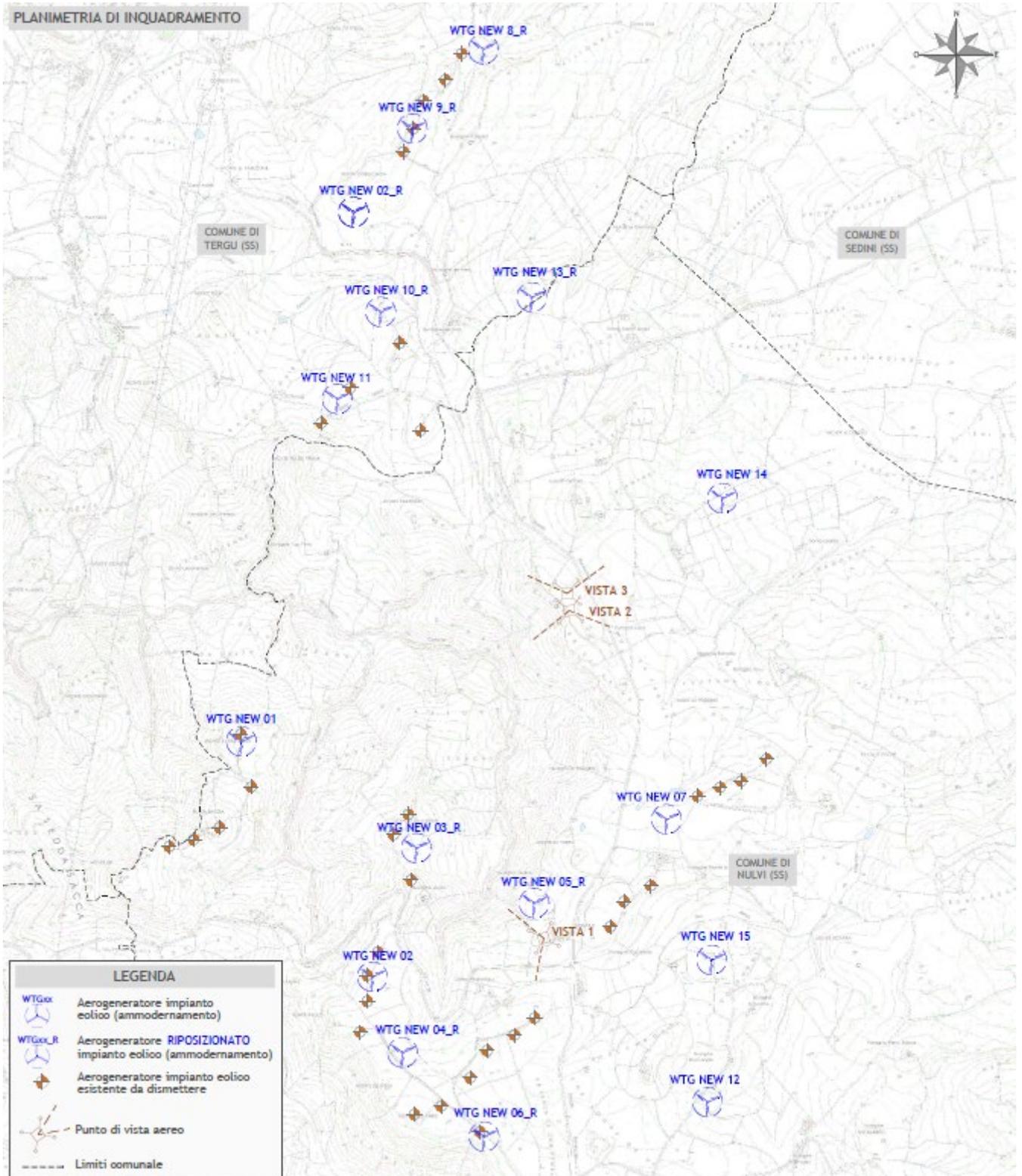


Figura 2 – Stralcio della planimetria CTR con ubicazione punti di vista aerei per la documentazione fotografica attestante le condizioni del sito prima dell’intervento d’ammodernamento



Figura 3 – Punto di vista aereo 1



Figura 4 – Punto di vista aereo 2



Figura 5 – Punto di vista aereo 3

3.2. PARERI ACQUISITI IN AUTORIZZAZIONE

L’impianto Eolico esistente ha ottenuto a suo tempo tutti i permessi necessari alla sua realizzazione, in dettaglio:

- Concessione edilizia n. 24 del 2003 del comune di Tergu e n. 55 del 2003 del comune di Nulvi per il progetto definitivo; Concessione edilizia n. 16 del 2004 del comune di Tergu e n. 55 del 2004 del comune di Nulvi per la variante in corso d’opera del Parco eolico Nulvi-Tergu;
- Concessione edilizia n. 17 del 2004 del comune di Tergu per la costruzione punto di raccolta dell’energia prodotta dal parco eolico Nilvi-Tergu.
- Certificato di assenza di vincolo idrogeologico ai sensi dell’articolo 1 del R.D.L. 3267/1923 – Prot. n. 8522 Pos. 4/4.1 del 01.12.03, Assessorato Regionale Difesa Ambientale Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sarda.
- Consenso di massima alla costruzione di linee elettriche – Prot. n. 03595/IE 9232/MU/CA del 16.09.2004, Ministero delle Comunicazioni Ispettorato Territoriale della Sardegna Cagliari.
- Nulla osta e parere favorevole Ministero per i Beni e le Attività Culturali – Soprintendenza per i Beni Archeologici di Sassari, Prot. n. 3544 del 14.03.2004.

- Autorizzazione in materia di beni culturali e ambientali (D.Lgs. n. 490 del 29.10.1999) – Prot. n. 2029 Posizione n. 705-02 del 04.11.2003, Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato della Pubblica Istruzione, Beni Culturali, Informazioni, Spettacolo e Sport – il Direttore del Servizio Tutela del Paesaggio di Sassari.
- Autorizzazione in materia di beni culturali e ambientali (D.Lgs. n. 490 del 29.10.1999) – Prot. n. 4959 Posizione n. 705-02 del 06.05.2004, Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato della Pubblica Istruzione, Beni Culturali, Informazioni, Spettacolo e Sport – il Direttore del Servizio Tutela del Paesaggio di Sassari.
- Autorizzazione Regione Autonoma della Sardegna – Servizio del Genio Civile alla realizzazione dell’impianto elettrico (punto di raccolta per ampliamento cabina primaria AT 150 kV Comune di Tergu), prot. n.10683 del 30.12.2004.
- Autorizzazione Regione Autonoma della Sardegna – Servizio del Genio Civile alla realizzazione dell’impianto elettrico (costruzione linee elettriche MT interrato, località Monte Sos Paris comuni di Nulvi e Tergu) prot. n. 8187 del 30.09.2004.
- Consenso di massima alla costruzione di linee elettriche del Ministero delle Comunicazioni – Ispettorato territoriale della Sardegna Cagliari, prot. n. 03595/IE 9232/MU/CA del 16.09.2004
- Nulla osta Ministero delle Comunicazioni – Ispettorato territoriale della Sardegna, prot. n. 4573/CA/IE/2004/06/9256/MU del 30.11.2004.
- Ministero per i Beni e le Attività Culturali Soprintendenza Archeologica di Sassari, parere favorevole (con condizioni) alla realizzazione del progetto di parco eolico nei comuni di Nulvi e Tergu, prot. n. 13867 del 2.11.2003.
- Nulla osta Ministero per i Beni e le Attività Culturali Soprintendenza Archeologica di Sassari relativo agli aerogeneratori contrassegnati con i numeri 10-11-31-34-35, prot. n. 3544 del 17.03.2004.
- Deposito Genio Civile ai sensi dell’art.4 della Legge n.10886 del 05.11.1971, protocollo n.23250 del 22.09.06.

3.3. DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI DI DISMISSIONE

Il progetto di dismissione dell’impianto eolico esistente è oggetto del documento tecnico 224308_D_R_0325 Piano di dismissione dell’impianto eolico esistente, che descrive gli interventi di rimozione (smontaggio e smaltimento) degli aerogeneratori, dei cavi elettrici di collegamento, delle apparecchiature elettromeccaniche all’interno della cabina d’impianto ed il ripristino dello stato geomorfologico e vegetazionale dei luoghi, per portare i terreni allo stato originario (prima della realizzazione dell’impianto).

Le parti da dismettere dell’attuale impianto sono costituite da:

- ✓ aerogeneratori ad asse orizzontale di taglia 0,850 MW, con relative fondazioni;
- ✓ piazzole e viabilità;
- ✓ linee di cavo interrato MT.

Aerogeneratori e fondazioni

Per lo smontaggio e lo smaltimento delle parti dei singoli aerogeneratori e il ripristino geomorfologico e vegetazionale dell’area delle fondazioni e di servizio verranno attuate le seguenti operazioni:

- ✓ Livellamento e successivo ripristino delle piazzole principali per il posizionamento della gru e lo stoccaggio del materiale delle dimensioni di circa mq. 600 (30x20), mediante rimodellamento del terreno e rinverdimento al fine di riportare lo stato dei luoghi in condizioni ante operam;
- ✓ Livellamento e successivo ripristino delle piazzole secondarie per il posizionamento della gru di supporto, delle dimensioni di circa mq. 120 (10x12), mediante rimodellamento del terreno e rinverdimento al fine di riportare lo stato dei luoghi in condizioni ante operam;
- ✓ Scollegamento cavi interni alla torre;
- ✓ Smontaggio dei componenti elettrici presenti nella torre;
- ✓ Smontaggio in sequenza del rotore con le pale, della navicella e tronchi della torre. La navicella, ed i tronchi della torre saranno caricati immediatamente sui camion. Il rotore sarà posizionato a terra nella piazzola, dove si provvederà allo

smontaggio delle tre pale dal rotore centrale. Anche questi componenti smontati saranno caricati su opportuni mezzi di trasporto.

L’unica opera che non prevede la rimozione totale è rappresentata dalle fondazioni degli aerogeneratori; esse saranno solo in parte demolite. Nello specifico, sarà rimossa tutta la platea di fondazione fino alla profondità di mt. 1,50 dal piano di campagna ovvero fino a 3,5 m dal piano campagna nel caso di sovrapposizione tra le fondazioni del vecchio e del nuovo parco eolico.

Piazzole e viabilità

Altro aspetto da prendere in considerazione per la dismissione è quello riguardante la rimozione delle opere più arealmente distribuite dell’impianto, e cioè le piazzole e la viabilità di nuova realizzazione per l’accesso ed il servizio dell’impianto eolico.

In particolare, a smantellamento ultimato delle turbine e delle fondazioni, si procederà a rimuovere sia le piazzole, con conseguente inerbimento delle aree rimaste sgombre, sia le strade, qualora non siano di interesse per la realizzazione ed esercizio del nuovo impianto eolico.

Le viabilità e le piazzole essendo realizzate con materiali inerti (prevalentemente misto stabilizzato per la parte superficiale e inerte di cava per la parte di fondazione) saranno facilmente recuperabili e smaltibili.

Linee di cavo interrato MT

Le operazioni programmate sono l’apertura di uno scavo a trincea per consentire l’estrazione ed il recupero dei cavi elettrici e delle fibre ottiche. Una volta che i materiali recuperati dallo scavo saranno caricati sui mezzi di trasporto avverrà la chiusura della trincea ed il ripristino dello stato dei luoghi nel caso in cui il tracciato del cavidotto non coincide con il nuovo tracciato a servizio dell’impianto in progetto. Nel caso di tracciati coincidenti con quelli di servizio per l’impianto di nuova realizzazione, la chiusura delle trincee potrà avvenire successivamente alla posa dei nuovi cavi.

Impianto di utenza per la connessione.

L’operazione di dismissione prevede le seguenti operazioni:

- Smontaggi cavi aerei;
- Rimozione strutture di sostegno.

I conduttori recuperati, hanno un loro valore commerciale e, quindi, potrebbero essere rivenduti per il loro riutilizzo in altre attività. Restano invece da smaltire gli altri componenti prima descritti, ovvero: il nastro segnalatore, il tubo corrugato, la coppella protettiva ed i materiali edili di risulta dello scavo comprendenti la sabbia cementata e l’asfalto, dove è presente.

4. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO D’AMMODERNAMENTO

4.1. CONSISTENZA ED UBICAZIONE DEL PROGETTO D’AMMODERNAMENTO

Il Progetto di ammodernamento è realizzato nell’ambito dello stesso sito in cui è localizzato l’Impianto eolico esistente, autorizzato ed in esercizio, dove per stesso sito si fa riferimento alla definizione del comma 3-bis dell’art. 5 del D. Lgs. N. 28/2011.

Nello specifico, il Parco eolico (aerogeneratori, piazzole e viabilità di accesso agli aerogeneratori) interessa i comuni di Nulvi (SS) e Tergu (SS), mentre le relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili interessano anche il comune di Sedinu (SS). L’esistente Stazione Elettrica di Utenza, oggetto di ammodernamento tecnico, è ubicata nel comune di Tergu ed è connessa all’altrettanto esistente, ed adiacente, C.P. di Enel Distribuzione S.p.A., sita nel medesimo comune.

Il Parco eolico si colloca a nord del centro abitato di Nulvi e ad est del centro abitato di Tergu; i due centri abitati risultano distanti, rispettivamente, circa 1,8 km e 1,2 km dall’aerogeneratore più prossimo.

Si riporta di seguito lo stralcio della corografia dell’area di impianto e si rimanda all’elaborato cartografico “224308_D_D_0120 Corografia di inquadramento” dove viene riportato l’intero progetto.

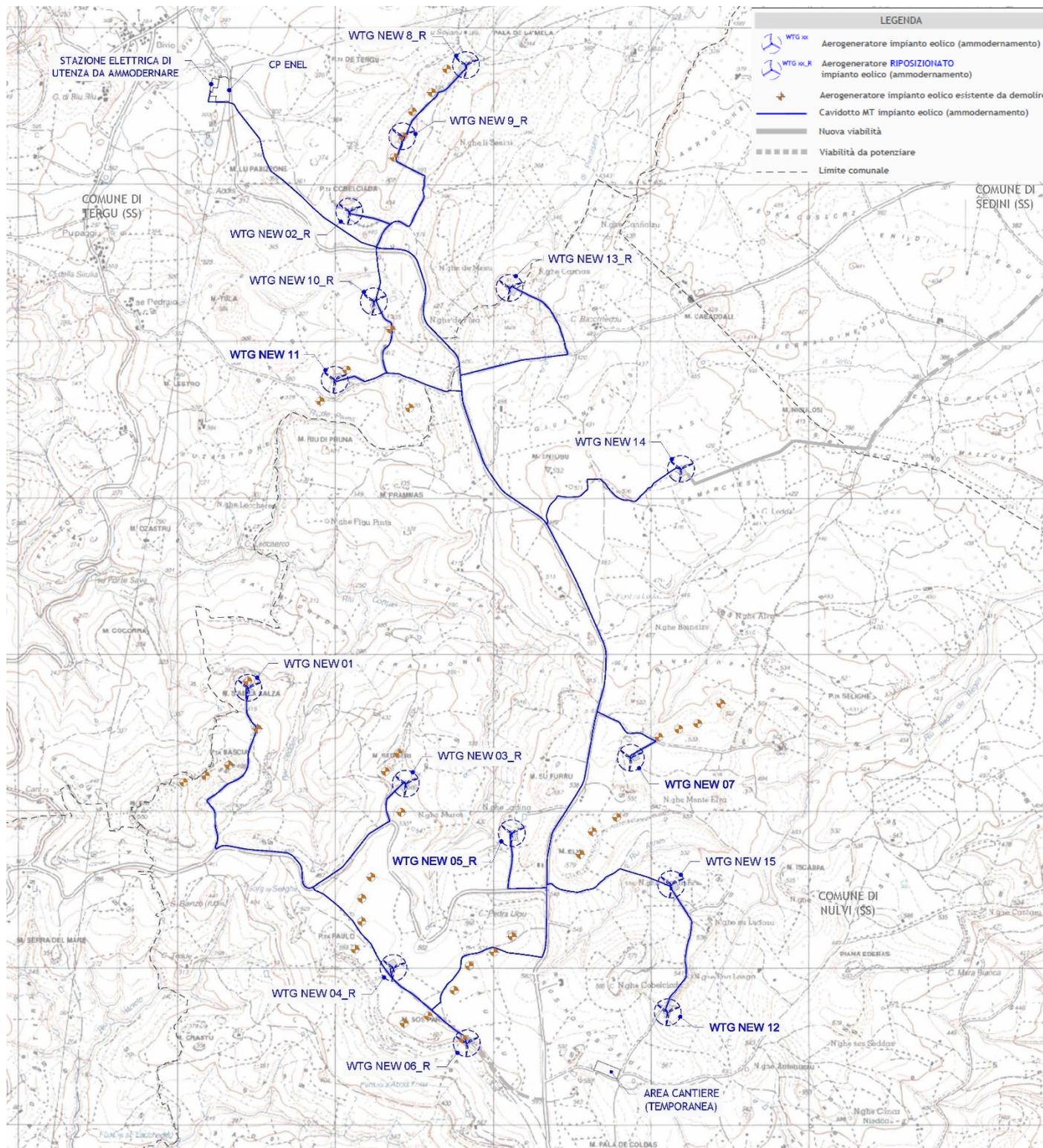


Figura 6 – Corografia d'inquadrimento, fuori scala

L'Impianto eolico esistente e il Progetto di ammodernamento ricadono in provincia di Sassari (SS), all'interno dei comuni di Tergu, Nulvi e Sedini (in quest'ultimo comune ricadono solamente piccoli tratti di nuova viabilità e di viabilità da potenziare del Progetto di ammodernamento), sulle seguenti particelle catastali:

▪ Comune di TERGU

SEZIONE B

Foglio 1: [19](#), [21](#), [22](#);

Foglio 2: 259, 50, 256, 55, 253, 56, 53, 394, 395, 397, 396, 68, 63, 69, 70, [73](#), [72](#), 64, [106](#), 66, 65, 402, 85, 404, 251, 305, 308, 303, 302, 301;

Foglio 3: [1](#), 29, 58, 60, 105, [115](#), 106, 107;

Foglio 4: 14, 124, 15, 186, 209, 185, 123, 121, [22](#), 12, 207, 220, 231, 24, 13, 192, 57, 221, 222, 223, 218.

SEZIONE C

Foglio 2: 1223, 311, 1467.

▪ Comune di NULVI

Foglio 3: 117, [118](#), 116, 62, [114](#), [120](#), [123](#), [124](#), [125](#), [122](#), 63;

Foglio 4: 153, 119, [156](#), [163](#), [162](#), 252, 253, 47, 148, 178;

Foglio 5: 11, [12](#), 128, 14, 82, 83, 146, 9, 126, 125, 123;

Foglio 6: 47, 141, 45, 74, 89, 129, 127, 114, 53, 119, 124, 12, 145, 75, 90, 115, 39, 85, 10, 36, 135, 136, 137, 138, 139, 140;

Foglio 7: 29, 46;

Foglio 8: 123, 101, 86, 4, 90, 120, 8, 1, 108, 110, 109, 111, 112, 114, 113;

Foglio 10: 132, 133, 134, 35, 103, 106, 117, [118](#), 108, 28, 27, 146, 145, 144, 135, 136, 99, 143, 10, 101, 133, 128, 131, 137, 138, 56, 141, 31, [30](#), [29](#), [40](#), [16](#), [6](#), [39](#), [2](#), [3](#), [7](#), [8](#);

Foglio 11: 313, 44, 40, 34, 245, 244, 19, 106, 15, 11, 16, 107, 312, 6, [221](#), [10](#), [5](#), [9](#), [3](#), [7](#), 13, 18, 101, 14, 12;

Foglio 14: 137, 133, 32, 128, 127, 165, 129, 146, 147, 148, 145.

▪ Comune di SEDINI

Foglio 70: 5, 6;

Foglio 71: 6, 17, 14, 15, 113, 86, 85, 87, 110, 117, 32, 31;

Foglio 72: 21, 48, 23, 28, 18, 29, [35](#), 30;

Foglio 76: 47, 3, 49, 45, 58, 5, 51.

Si riportano di seguito le coordinate del **progetto di ammodernamento**, con i fogli e le particelle in cui ricade la fondazione degli aerogeneratori:

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 32		COORDINATE AEROGENERATORE GAUSS BOAGA - WEST		Identificativo catastale			Elevazione
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella	Z [m]
WTG NEW 01	476.380,0	4.519.595,0	1.476.409,6	4.519.603,4	NULVI	6	124	427,5
WTG NEW 02_R	477.019,0	4.522.631,0	1.477.048,5	4.522.639,5	TERGU	2 - Sez. B	394	390,5
WTG NEW 03_R	477.376,0	4.518.983,0	1.477.405,6	4.518.991,4	NULVI	10	10	508,8
WTG NEW 04_R	477.298,0	4.517.809,0	1.477.327,6	4.517.817,4	NULVI	10	145	575,9

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 32		COORDINATE AEROGENERATORE GAUSS BOAGA - WEST		Identificativo catastale			Elevazione
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella	Z [m]
WTG NEW 05_R	478.047,0	4.518.667,0	1.478.076,6	4.518.675,4	NULVI	10	8	513,9
WTG NEW 06_R	477.762,0	4.517.328,0	1.477.791,6	4.517.336,4	NULVI	14	137	597,0
WTG NEW 07	478.800,0	4.519.148,0	1.478.829,6	4.519.156,4	NULVI	8	123	525,5
WTG NEW 08_R	477.757,0	4.523.566,0	1.477.786,5	4.523.574,5	TERGU	2 - Sez. B	259	368,9
WTG NEW 09_R	477.354,0	4.523.111,0	1.477.383,5	4.523.119,5	TERGU	2 - Sez. B	253-302	410,5
WTG NEW 10_R	477.174,0	4.522.058,0	1.477.203,6	4.522.066,5	TERGU	4 - Sez. B	13-124	387,0
WTG NEW 11	476.926,0	4.521.559,0	1.476.955,6	4.521.567,5	TERGU	4 - Sez. B	207	403,0
WTG NEW 12	479.034,0	4.517.526,0	1.479.063,6	4.517.534,4	NULVI	11	244	544,5
WTG NEW 13_R	478.033,0	4.522.143,0	1.478.062,6	4.522.151,5	TERGU	3 - Sez. B	58	408,0
WTG NEW 14	479.118,0	4.520.990,0	1.479.147,6	4.520.998,5	NULVI	5	14	462,0
WTG NEW 15	479.056,0	4.518.341,0	1.479.085,6	4.518.349,4	NULVI	11	15-16	522,5

4.1.1. VARIANTE NON SOSTANZIALE AI SENSI DELL’ART. 5 DEL D.LGS N.28/2011

Il Decreto Legislativo 3 marzo 2011 n.28, attuazione della direttiva 2009/28CE sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, *“al fine di favorire lo sviluppo delle fonti rinnovabili e il conseguimento degli obiettivi nazionali, la costruzione e l’esercizio di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili sono disciplinati secondo speciali procedure amministrative semplificate, accelerate, proporzionate e adeguate sulla base delle specifiche caratteristiche di ogni singola applicazione.”* (art.4, comma 1).

Il layout del **Progetto di ammodernamento** è stato definito seguendo le indicazioni contenute nell’art.5, del D.Lgs. n. 28/2011, così come modificato dall’art. 32 co.1 del D.L. 77/2021, che definiscono gli aspetti tecnici per considerare gli interventi sull’impianto eolico esistente non sostanziali.

In particolare, all’esito delle modifiche introdotte dall’art. 32, comma 1, del D.L. 77/2021, l’art. 5, comma 3, del D. Lgs. n. 28/2011 dispone che:

“...non sono considerati sostanziali e sono sottoposti alla disciplina di cui all’articolo 6, comma 11, gli interventi da realizzare sui progetti e sugli impianti eolici, nonché sulle relative opere connesse, che a prescindere dalla potenza nominale risultante dalle

modifiche, vengono realizzati nello stesso sito dell'impianto eolico e che comportano una riduzione minima del numero degli aerogeneratori rispetto a quelli già esistenti o autorizzati; fermo restando il rispetto della normativa vigente in materia di distanze minime di ciascun aerogeneratore da unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate, e dai centri abitati individuati dagli strumenti urbanistici vigenti, nonché il rispetto della normativa in materia di smaltimento e recupero degli aerogeneratori, i nuovi aerogeneratori, a fronte di un incremento del loro diametro, dovranno avere un'altezza massima, intesa come altezza dal suolo raggiungibile dalla estremità delle pale, non superiore all'altezza massima dal suolo raggiungibile dalla estremità delle pale dell'aerogeneratore già esistente moltiplicata per il rapporto fra il diametro del rotore del nuovo aerogeneratore e il diametro dell'aerogeneratore già esistente.”

Con particolare riferimento settore eolico, l’art. 32, comma 1, del D.L. n. 77/2021 ha aggiunto ulteriori commi all’art. 5 del D. Lgs. n. 28/2011. Si tratta di precisazioni che riguardano aspetti tecnici, con intenti chiarificatori rispetto alla precedente disciplina, e in particolare ci si riferisce:

Al comma 3-bis, ai sensi del quale per “sito dell'impianto eolico” si intende:

- a) *nel caso di impianti su una unica direttrice, il nuovo impianto è realizzato sulla stessa direttrice con una deviazione massima di un angolo di 10°, utilizzando la stessa lunghezza più una tolleranza pari al 15 per cento della lunghezza dell'impianto autorizzato, calcolata tra gli assi dei due aerogeneratori estremi;*
- b) *nel caso di impianti dislocati su più direttrici, la superficie planimetrica complessiva del nuovo impianto è all'interno della superficie autorizzata, definita dal perimetro individuato, planimetricamente, dalla linea che unisce, formando sempre angoli convessi, i punti corrispondenti agli assi degli aerogeneratori autorizzati più esterni, con una tolleranza complessiva del 15 per cento.*

Al comma 3-ter, per il quale per “riduzione minima del numero di aerogeneratori” si intende:

- a) *nel caso in cui gli aerogeneratori esistenti o autorizzati abbiano un diametro $d1$ inferiore o uguale a 70 metri, il numero dei nuovi aerogeneratori non deve superare il minore fra $n1^{2/3}$ e $n1*d1/(d2-d1)$;*
- b) *nel caso in cui gli aerogeneratori esistenti o autorizzati abbiano un diametro $d1$ superiore a 70 metri, il numero dei nuovi aerogeneratori non deve superare $n1*d1/d2$ arrotondato per eccesso dove:*
 - 1) $d1$: diametro rotori già esistenti o autorizzati;
 - 2) $n1$: numero aerogeneratori già esistenti o autorizzati;
 - 3) $d2$: diametro nuovi rotori;
 - 4) $h1$: altezza raggiungibile dalla estremità delle pale rispetto al suolo (TIP) dell'aerogeneratore già esistente o autorizzato.”;
- c) *per “altezza massima dei nuovi aerogeneratori” $h2$ raggiungibile dalla estremità delle pale, si intende il doppio dell'altezza massima dal suolo $h1$ raggiungibile dalla estremità delle pale dell'aerogeneratore già esistente.*

Al comma 3-quater, per il quale per “altezza massima dei nuovi aerogeneratori” $h2$ raggiungibile dall'estremità delle pale si intende:

- a) *per gli aerogeneratori di cui alla lettera a) del comma 3-ter, due volte e mezza l'altezza massima dal suolo $h1$ raggiungibile dall'estremità delle pale dell'aerogeneratore già esistente;*
- b) *per gli aerogeneratori di cui alla lettera b) del citato comma 3-ter, il doppio dell'altezza massima dal suolo $h1$ raggiungibile dall'estremità delle pale dell'aerogeneratore già esistente.*

In particolare, l’intervento in esame sarà realizzato nello stesso sito dell’impianto eolico esistente, comportando una riduzione minima del numero di aerogeneratori, e rispettando l’altezza massima prevista. In sintesi:

ART. 5 comma 3-bis			
<i>La superficie planimetrica complessiva del nuovo impianto è all’interno di quella autorizzata con una tolleranza complessiva inferiore al 20%</i>			
ART. 5 comma 3-ter			
d1 =	52	m	< 70m
n1 =	35		
d2 =	170	m	
n2 =	15		
<i>Il numero dei nuovi aerogeneratori è pari a 15</i>			
ART. 5 comma 3-quater			
h1 =	81	m	
h2max=	203	m	
<i>L’altezza del nuovo aerogeneratore è pari a 203m</i>			

5. CRITERI DI PROGETTAZIONE

5.1. MOTIVAZIONE SCELTA PROGETTUALE

Il progetto di ammodernamento proposto è stato progettato seguendo una logica di sviluppo associata al consolidamento degli assetti esistenti, valorizzando di conseguenza territori già infrastrutturati, ottimizzando e diminuendo il numero di strutture stesse attraverso il miglioramento tecnologico.

Il potenziamento degli impianti esistenti, con la sostituzione degli aerogeneratori di vecchia concezione con quelli più moderni, vedono la possibilità di convergenza di elementi di miglioramento territoriale e ambientale e di logiche di sviluppo attraverso un sostanziale aumento della capacità produttiva.

La proposta, studiata nel dettaglio, si propone di apportare significativi benefici dovuti alla dismissione di strutture non più in linea con le necessità del proponente con conseguente diminuzione della pressione infrastrutturale sul territorio indotta dagli impianti presenti in tutta la provincia di Sassari.

La dismissione degli aerogeneratori e di parte delle strutture connesse non più utili al nuovo impianto potrà apportare significativi miglioramenti a fronte di un nuovo inserimento numericamente fortemente ridotto.

In particolare, il Progetto prevede la dismissione dei 35 aerogeneratori dell’impianto eolico esistente (potenza in dismissione pari a 29,75 MW) e delle relative opere accessorie, oltre che nella rimozione dei cavidotti attualmente in esercizio, e la realizzazione nelle stesse aree di un nuovo impianto eolico costituito da 15 aerogeneratori e relative opere accessorie per una potenza complessiva di 99 MW.

Si tratta di strutture più potenti con caratteristiche importanti ma che, come mostreranno le successive valutazioni, si dimostrano compatibili con il territorio e con gli aspetti di maggiore sensibilità territoriale e ambientale del contesto. In particolare, la riduzione del 60% del numero di aerogeneratori limita la frammentazione del territorio e le relative alterazioni antropiche, favorisce il ridimensionamento della percezione visiva e paesaggistica rispetto al paesaggio circostante.

Si ricorda, inoltre, che le caratteristiche anemologiche del sito d’impianto sono molto favorevoli per la produzione di energia da fonte eolica. Ne è una dimostrazione il fatto che le aree impegnate dal progetto di potenziamento sono state tra le prime in Italia ad essere utilizzate per l’installazione di aerogeneratori.

Lo studio di producibilità effettuato con il modello di turbina in progetto evidenzia un sostanziale incremento della produzione media annua rispetto allo stato attuale (circa il quintuplo).

Si ricorda che il Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima (PNIEC) ha precisato gli obiettivi sull’energia da fonti di rinnovabili al 2030, obiettivi con i quali l’Italia si è impegnata ad incrementare fino al 30% la quota di rinnovabili su tutti i consumi finali al 2030 e, in particolare, di coprire il 55% dei consumi elettrici con fonti rinnovabili. In particolare, gli obiettivi indicati dal PNIEC, suddivisi in base alla fonte, prevedono per l’energia da fonte eolica la necessità di installare ulteriori 10 GW di potenza al 2030, con un incremento annuo pari a 1 GW, a partire dall’anno 2021.

Pertanto, il Progetto di ammodernamento è coerente con gli obiettivi previsti dal PNIEC, in quanto comporta un aumento della potenza installata da fonte eolica e della producibilità, e lo è semplicemente andando a migliorare un impianto esistente con l’installazione di più moderni aerogeneratori.

La crescita della produzione di energia comporta, poi, con la medesima proporzione l’abbattimento di produzione di CO₂ equivalente.

Per provare a stimare la CO₂ potenzialmente risparmiata si fa riferimento alle informazioni contenute nel documento di ISPRA 343/2021 “Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico”, correlando la stima con il fattore totale di emissione di CO₂ da produzione termoelettrica lorda (454,6 gCO₂/kWh).

Quello che ne risulta è che grazie alla realizzazione e all’esercizio dell’opera in progetto non saranno emesse **129,80** ktCO₂/anno che, a parità di produzione elettrica, avrebbe emesso un impianto alimentato da combustibili tradizionali.

Inoltre, facendo un confronto con l’attuale impianto eolico, la cui produzione energetica annua ammonta a circa 52.382 MWh con un risparmio potenziale di CO₂ di circa 23,81 ktCO₂/anno, è evidente come il progetto di repowering garantirebbe circa il quintuplo dell’energia elettrica prodotta e un proporzionale abbattimento dell’emissioni di CO₂ potenziali, il tutto associato ad una riduzione massiccia del numero delle turbine presenti in sito che passeranno da 35 a 15 unità. In sintesi:

	Impianto Eolico Esistente	Progetto di Ammodernamento
N° Aerogeneratori	35	15
Producibilità annua dell’impianto [MW/anno]	52.380,43	261.700,00
Emissioni di CO ₂ equivalente evitate in un anno [ktCO ₂ /anno]	23,81	129,80

Si sottolinea inoltre che le aree liberate dagli aerogeneratori e dalle piazzole di servizio saranno ripristinate e restituite agli usi naturali del suolo, in prevalenza agricoli per quanto riguarda il territorio in cui si inseriscono, con beneficio non solo territoriale ma anche percettivo paesaggistico.

Altro elemento di grande valore e interesse è l’accuratezza con cui il nuovo layout è stato definito, seguendo le indicazioni contenute nell’art.5, del D.Lgs. n. 28/2011, così come modificato dall’art. 32 co.1 del D.L. 77/2021 e poi dall’art. 9 co.1 della Legge n.34/2022, che definiscono gli aspetti tecnici per considerare gli interventi sull’impianto eolico esistente non sostanziali.

5.2. OBIETTIVI DEL PROGETTO

Una volta realizzato, l’impianto consentirà di conseguire i seguenti risultati:

- immissione nella rete dell’energia prodotta tramite fonti rinnovabili quali l’energia del vento;
- impatto ambientale relativo all’emissioni atmosferiche locale nullo, in relazione alla totale assenza di emissioni

inquinanti, contribuendo così alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti in accordo con quanto ratificato a livello nazionale all’interno del Protocollo di Kyoto;

- sensibilità della committenza sia ai problemi ambientali che all’utilizzo di nuove tecnologie ecocompatibili.
- miglioramento della qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale su cui ricade il progetto.

5.3. INSERIMENTO SUL TERRITORIO

La disposizione del Progetto di Ammodernamento sul terreno dipende oltre che da considerazioni basate su criteri di massimo rendimento dei singoli aerogeneratori, anche da fattori legati alla presenza di vincoli ostativi, alla natura del sito, all’orografia, all’esistenza o meno delle strade, piste, sentieri, alla presenza di fabbricati e, non meno importante, da considerazioni relative all’impatto paesaggistico dell’impianto nel suo insieme.

Con riferimento ai fattori suddetti si richiamano alcuni criteri di base utilizzati nella scelta delle diverse soluzioni individuate, al fine di migliorare l’inserimento del Progetto di ammodernamento nel territorio:

- analisi dalla pianificazione territoriale ed urbanistica, avendo avuto cura di evitare di localizzare gli aerogeneratori all’interno e in prossimità delle aree soggette a tutela ambientale e paesaggistica;
- limitazione delle opere di scavo/riporto;
- massimo utilizzo della viabilità esistente; realizzazione della nuova viabilità rispettando l’orografia del terreno e secondo la tipologia esistente in zona o attraverso modalità di realizzazione che tengono conto delle caratteristiche percettive generali del sito;
- impiego di materiali che favoriscano l’integrazione con il paesaggio dell’area per tutti gli interventi che riguardino manufatti (strade, cabine, muri di contenimento, ecc.);
- attenzione alle condizioni determinate dai cantieri e ripristino della situazione “ante operam” delle aree occupate. Particolare riguardo alla reversibilità e rinaturalizzazione o rimboschimento sia delle aree occupate dalle opere da dismettere che dalle aree occupate temporaneamente da camion e autogrù nella fase di montaggio degli aerogeneratori.

✓ **D.M. Deliberazione G.R. n. 59/90 del 27.11.2020**

Oltre alle considerazioni di carattere generale sulla producibilità e sulla presenza di zone sensibili dal punto di vista ambientale, la definizione del layout tiene conto anche dell’*Allegato e) “Indicazioni per la realizzazione di impianti eolici in Sardegna”* alla Deliberazione G.R. n. 59/90 del 21.11.2020. Il pieno rispetto delle buone pratiche di progettazione, costituisce un elemento di valutazione favorevole del Progetto. Di seguito vengono elencati i vincoli e le distanze da considerare nell’installazione di impianti eolici, nonché, le norme di buona progettazione di cui si è cercato di tenere conto, compatibilmente con l’area interessata dall’Impianto Eolico esistente, con i vincoli ambientali, le strade esistenti e l’orografia.

Con riferimento al *punto 3.2*:

- la distanza da strade provinciali, statali e da linee ferroviarie deve essere superiore alla somma dell’altezza dell’aerogeneratore al mozzo e del raggio del rotore, più un ulteriore 10%;
- la distanza dal perimetro dell’area urbana deve essere di almeno 500 m;
- la distanza dell’elettrodotto AT dall’area urbana deve essere di almeno 1000 m;
- la distanza dal confine della tanca deve essere pari alla lunghezza del diametro del rotore, a meno che non risulti l’assenso scritto ad una distanza inferiore da parte del proprietario confinante.

Con riferimento al *punto 4.3.2*:

- distanza minima fra gli aerogeneratori 5 volte il diametro del rotore nel caso di turbine posizionate lungo la direzione predominante del vento;
- distanza minima fra gli aerogeneratori 3 volte il diametro del rotore nel caso di turbine posizionate lungo la direzione perpendicolare a quella prevalente del vento;
- distanza minima fra gli aerogeneratori da 3 a 5 volte il diametro del rotore nel caso di tutte le altre direzioni.

Con riferimento al *punto 4.3.3*:

- distanza di 300 m da insediamenti rurali con presenza continuativa di personale in orario diurno (h. 6.00 – h. 22.00);
- distanza di 500 m da insediamenti rurali con presenza continuativa di personale in orario notturno (h. 22.00 – h. 6.00) o da case rurali ad uso residenziale stagionale;
- distanza di 700 m da nuclei urbani e case sparse ad uso residenziale nell'agro, destinati ad uso residenziale.

✓ **Modifica non sostanziale (art. 5 D.Lgs n.28/2011)**

Altro elemento di grande valore e interesse è l'accuratezza con cui il nuovo layout è stato definito rispetto all'impianto eolico esistente, seguendo le indicazioni contenute nell'art.5, del D.Lgs. n. 28/2011, così come modificato dall'art. 32 co.1 del D.L. 77/2021 e poi dall'art. 9 co.1 della Legge n.34 del 2022, che definiscono gli aspetti tecnici per considerare gli interventi sull'impianto eolico esistente non sostanziali. In particolare, l'intervento in esame sarà realizzato nello stesso sito dell'impianto eolico esistente, comportando una riduzione minima del numero di aerogeneratori, e rispettando l'altezza massima prevista (cfr. 3.1.1 della presente).

5.4. VANTAGGI ATTESI DALLA SOLUZIONE PROGETTUALE

La presente proposta di progetto, ai sensi dell'art. 5 del D.Lgs n.28/2011, così come modificato dall'art. 32 co.1 del D.L. 77/2021 e poi dall'art. 9 co.1 della Legge n.34 del 2022, si configura come una variante non sostanziale rispetto all'impianto eolico esistente, così come analizzato al punto precedente (cfr. 1.5.1). In particolare, le posizioni per i 15 nuovi aerogeneratori ricadranno all'interno dello stesso sito d'impianto e si avrà una notevole riduzione del numero di aerogeneratori (da 35 a 15), con rispetto della massima altezza raggiungibile.

Il Progetto, pertanto, prevede l'installazione di strutture più potenti con caratteristiche importanti ma che, come mostreranno le successive valutazioni del quadro di riferimento ambientale, si dimostrano compatibili con il territorio e con gli aspetti di maggiore sensibilità territoriale e ambientale del contesto. In particolare:

- l'evoluzione tecnologica nel settore degli aerogeneratori consente di produrre un moderno aerogeneratore che manifesta una **diminuzione della velocità di rotazione del rotore, con vantaggio in termini di percezione e conseguente effetto benefico verso la riduzione di ostacoli per il passaggio dell'avifauna;**
- la riduzione del 57% del numero di aerogeneratori comporta un'ottimizzazione della distribuzione degli stessi all'interno della stessa macro area già interessata dall'impianto eolico esistente, **evitando in tal modo "l'effetto selva" senza incrementi significativi nella percezione visiva dell'impianto.** La riduzione del numero di turbine, **crea varchi più ampi tra gli aerogeneratori agevolando l'eventuale passaggio dell'avifauna** riducendo di fatto anche il numero di ostacoli;
- l'ottimizzazione del layout determina **una riduzione dell'utilizzo del suolo agrario** attualmente interessato dall'impianto eolico esistente;
- lo studio di producibilità effettuato con il modello di turbina in progetto evidenzia un **sostanziale incremento della produzione media annua rispetto allo stato attuale (circa il quintuplo)**, a fronte di un numero ridotto di aerogeneratori;
- vi è un **miglioramento delle prestazioni acustiche**, grazie al minor numero di sorgenti emmissive poste ad una quota più distante dal suolo per l'aumento dell'altezza del mozzo.

In sintesi, l’ottimizzazione di progetto comporta, nello stesso sito dell’impianto eolico esistente, un minor uso del suolo, un conseguente miglioramento dal punto di vista del passaggio dell’avifauna e della percezione visiva (evitando l’effetto selva). Inoltre, oltre a realizzare materialmente meno opere, vengono adoperate tecnologie più moderne, con una producibilità attesa maggiore, e maggiormente rispettose delle normative attuali in materia di rumore.

5.5. ALTERNATIVA ZERO

L’alternativa zero prevede la non realizzazione del Progetto in esame, mantenendo lo status quo dell’ambiente. Quest’ultimo si caratterizza per la presenza di 35 aerogeneratori, ormai di vecchia concezione.

Gli aerogeneratori esistenti, eventualmente a valle di alcuni interventi di manutenzione straordinaria, potrebbero garantire la produzione di energia rinnovabile ancora per un periodo limitato, al termine del quale sarà necessario smantellare l’impianto. Questo scenario implicherebbe la rinuncia della produzione di energia da fonte pulita da uno dei siti molto produttivo nel panorama nazionale, e conseguentemente sarebbe necessario intervenire in altri siti rimasti ancora poco antropizzati per poter perseguire gli obiettivi di generazione da fonte rinnovabile fissati dai piani di sviluppo comunitari, nazionali e regionali.

L’intervento proposto, invece, tende a valorizzare il più possibile una risorsa che sta dando ormai da più di un decennio risultati eccellenti, su un’area già sfruttata sotto questo aspetto, quindi con previsioni attendibili in termini di produttività. Inoltre, andando a sostituire un impianto preesistente, le perdite in termini di superficie risulteranno trascurabili.

I nuovi aerogeneratori consentiranno di incrementare la produzione di energia di circa il quintuplo rispetto alla potenzialità dell’impianto allo stato attuale. La maggiore producibilità genererà la diminuzione di produzione di CO2 equivalente.

Pertanto, la predisposizione del nuovo layout e del numero dei nuovi aerogeneratori sono il risultato di una logica di ottimizzazione del potenziale eolico del sito e di armonizzare dal punto di vista paesaggistico e orografico le conseguenze che lo stesso pone, così come analizzato nel “Quadro di riferimento ambientale” della presente.

La mancata realizzazione degli interventi proposti si tradurrebbe in un minore sfruttamento del potenziale energetico rinunciando al riassetto e alla riduzione di strutture sul territorio.

5.6. ALTERNATIVE TECNOLOGICHE E LOCALIZZATIVE

In merito alla localizzazione delle opere e alle ipotesi alternative si sottolinea che trattandosi di una tipologia di intervento che costituisce il potenziamento di impianti eolici esistenti si è cercato il massimo riutilizzo delle aree già occupate da infrastrutture e opere con l’impossibilità di identificare delle alternative localizzative significative. In particolare, l’intervento si vuole configurare come variante non sostanziale all’impianto eolico esistente e dunque deve essere localizzato all’interno dello stesso sito dell’impianto eolico esistente.

L’alternativa localizzativa, infatti, comporterebbe lo sfruttamento di nuove aree naturali e/o seminaturali e di conseguenza genererebbe impatti più marcati rispetto a quelli generati dal presente progetto di ammodernamento. La realizzazione di un impianto costituito da 15 aerogeneratori in un sito non ancora antropizzato implicherebbe un impatto maggiore rispetto al Progetto proposto sia in termini di consumo di suolo sia di modifica della percezione del paesaggio.

5.7. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

È prassi consolidata far riferimento alla normativa internazionale IEC 61400-1 “Design requirements”. Questa norma fornisce prescrizioni per la progettazione degli aerogeneratori col fine di assicurarne l’integrità tecnica e, quindi, un adeguato livello di protezione di persone, animali e cose contro tutti i pericoli di danneggiamento che possono accadere nel corso del ciclo di vita degli stessi. Si deve sottolineare che tutte le prescrizioni della serie di norme IEC 61400 non sono obbligatorie; è chiaro, d’altro canto, che i modelli di aerogeneratori che vengono prodotti secondo gli standard in essa contenuti possono ben definirsi come quelli più sicuri sul mercato.

Si precisa che la progettazione e le verifiche di una struttura in Italia sono effettuate, ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 20 febbraio 2018 n. 8 - Suppl. Ord.) “Norme tecniche per le Costruzioni” (di seguito NTC2018) e della Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 11 febbraio 2019 n.5-Suppl.Ord.) “Istruzioni per l’applicazione dell’ Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018”.

Per quanto non diversamente specificato nella suddetta norma, per quanto riportato al capitolo 12 delle NTC 2018, si intendono coerenti con i principi alla base della stessa, le indicazioni riportate nei seguenti documenti:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea;
- Norme per prove su materiali e prodotti pubblicate da UNI.

Inoltre, a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sul documento stesso;
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

Per quanto non trattato nella presente norma o nei documenti di comprovata validità sopra elencati, possono essere utilizzati anche altri codici internazionali; è responsabilità del progettista garantire espressamente livelli di sicurezza coerenti con quelli delle presenti Norme tecniche.

5.8. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Aerogeneratore

Le **pale** sono realizzate con materiali leggeri, quali i materiali plastici rinforzati in fibra, con buone proprietà di resistenza all’usura. Le fibre sono in genere di vetro o alluminio per le pale di aerogeneratori medio-piccoli, mentre per le pale più grandi vengono utilizzate le fibre di carbonio nelle parti in cui si manifestano i carichi più critici. Le fibre sono inglobate in una matrice di poliestere, resina epossidica o a base di vinilestere costituenti due gusci uniti insieme e rinforzati da una matrice interna. La superficie esterna della pala è ricoperta con uno strato levigato di gel colorato, al fine di prevenire l’invecchiamento del materiale composito a causa della radiazione ultravioletta.

Il **mozzo** è solitamente di acciaio o di ferro a grafite sferoidale ed è protetto esternamente da un involucro di forma ovale chiamato ogiva.

Le **torri tubolari** sono usualmente costruite in acciaio laminato; hanno forma conica, con il diametro alla base maggiore di quello alla sommità in cui è posta la navicella. Le diverse sezioni sono collegate e vincolate tra loro da flange imbullonate. Le torri, inoltre, al fine di un miglior inserimento nel contesto paesaggistico, sono tinteggiate con vernici di colore bianco opaco antiriflettenti.

Le torri sono, poi, infisse nel terreno mediante **fondazioni** costituite da plinti di calcestruzzo armato.

Per le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo armato utilizzato per le fondazioni degli aerogeneratori si rimanda al seguente documento:

- 224308_D_R_0360 Relazione di calcolo delle strutture.

Viabilità e piazzole

Il montaggio dell’aerogeneratore richiede la predisposizione di aree di dimensioni e caratteristiche opportune, necessarie per accogliere temporaneamente sia i componenti delle macchine (elementi della torre, pale, navicella, mozzo, etc.) che i mezzi necessari al sollevamento dei vari elementi. Tale piazzola di costruzione sarà realizzata in misto granulare. A valle del montaggio dell’aerogeneratore, tutte le aree adoperate per le operazioni verranno ripristinate, tornando così all’uso originario, e la piazzola verrà ridotta per la fase di esercizio dell’impianto ad una superficie di circa 1500 mq oltre l’area occupata dalla fondazione.

Circa la viabilità, le strade esistenti verranno adeguate in alcuni tratti per rispettare i raggi di curvatura e l’ingombro trasversale dei mezzi di trasporto dei componenti dell’aerogeneratore. Tali adeguamenti consistiranno quindi essenzialmente in raccordi agli incroci di strade e ampliamenti della sede stradale nei tratti di minore larghezza, per la cui esecuzione sarà richiesta l’asportazione, lateralmente alle strade, dello strato superficiale di terreno vegetale e la sua sostituzione con uno strato di misto granulare stabilizzato. Per le piste di nuova costruzione, dopo l’esecuzione della necessaria compattazione, verrà steso uno strato di geotessile, quindi verrà realizzata una fondazione in misto granulare dello spessore di 50 cm e infine uno strato superficiale di massicciata dello spessore di 10 cm. Verranno eseguite opere di scavo, compattazione e stabilizzazione nonché riempimento con inerti costipati e rullati così da avere un sottofondo atto a sostenere i carichi dei mezzi eccezionali nelle fasi di accesso e manovra.

Cavidotti

Lo scavo sarà a sezione ristretta, con una larghezza variabile da cm 50 a 120 al fondo dello scavo.

Dove previsto, sul fondo dello scavo, verrà realizzato un letto di sabbia lavata e vagliata, priva di elementi organici, a bassa resistività e del diametro massimo pari 2 mm su cui saranno posizionati i cavi direttamente interrati, a loro volta ricoperti da un ulteriore strato di sabbia dello spessore minimo, misurato rispetto all’estradosso dei cavi di cm 10, sul quale posare il tritubo. Anche il tritubo deve essere rinfiancato, per tutta la larghezza dello scavo, con sabbia fine sino alla quota minima di cm 20 rispetto all’estradosso dello stesso tritubo.

Sopra la lastra di protezione in PVC l’appaltatrice dovrà riempire la sezione di scavo con misto granulometrico stabilizzato della granulometria massima degli inerti di cm 6, provvedendo ad una adeguata costipazione per strati non superiori a cm 20 e bagnando quando necessario.

Nei tratti dove il cavidotto viene posato in terreni coltivati il riempimento della sezione di scavo sopra la lastra di protezione sarà riempito con lo stesso materiale precedentemente scavato, previa caratterizzazione ambientale che ne evidenzia la non contaminazione.

Stazione Elettrica d’Utenza

Le **strade**, le **aree di manovra** e **quelle di parcheggio** saranno finite in conglomerato bituminoso mentre i piazzali destinati alle apparecchiature elettromeccaniche saranno finiti in pietrisco e delimitati da cordolo in muratura.

Gli **edifici** saranno preassemblati composti da struttura in acciaio e pannelli in lamiera sandwich ancorata a plinti di fondazioni in cls tramite struttura in acciaio.

Le **fondazioni** delle apparecchiature elettriche saranno in calcestruzzo armato gettato in opera. Per i dettagli inerenti alle diverse tipologie di fondazioni e le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo si rimanda al seguente documento:

- 224308_D_R_0360 Relazione di calcolo delle strutture.

5.9. SICUREZZA DELL’IMPIANTO

In merito alla valutazione della sicurezza dell’impianto sono stati presi in considerazione gli effetti di:

- shadow-flickering;
- impatto acustico;
- impatto elettromagnetico;

- rottura accidentale di organi rotanti.

1. Effetti di shadow-flickering:

Lo shadow-flickering indica l’effetto di lampeggiamento che si verifica quando le pale del rotore in movimento “tagliano” la luce solare in maniera intermittente. Tale variazione alternata di intensità luminosa, a lungo andare, può provocare fastidio agli occupanti delle abitazioni le cui finestre risultano esposte al fenomeno stesso. La possibilità e la durata di tali effetti dipendono, dunque, da queste condizioni ambientali: la posizione del sole, l’ora del giorno, il giorno dell’anno, le condizioni atmosferiche ambientali e la posizione della turbina eolica rispetto ad un recettore sensibile.

Il potenziale impatto generato dallo shadow-flickering è analizzato nel dettaglio nel seguente documento tecnico, a cui si rimanda per approfondimenti:

- 224308_D_R_0332 Relazione di shadow-flickering.

In particolare, il potenziale impatto generato dallo shadow-flickering, analizzato nel documento 224308_D_R_0332 Relazione di shadow-flickering, considerando una stima cautelativa in quanto non si è tenuto conto degli effetti mitigativi dovuti al piano di rotazione delle pale non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra e all’eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra, il fenomeno dello shadow-flickering si potrebbe verificare esclusivamente su 12 abitazioni, incidendo in maniera trascurabile, in quanto il valore atteso è per tutti i recettori inferiore a 92 ore l’anno, e per la maggior parte di essi uguale o inferiore a 27 ore l’anno.

Va altresì sottolineato che:

- la velocità di rotazione delle turbine previste in progetto, del tipo Siemens Gamesa, SG170 6.6 è nettamente inferiore a 60 rpm, frequenza massima raccomandata al fine di ridurre al minimo i fastidi e soddisfare le condizioni di benessere;
- le turbine in progetto che causano il fenomeno dell’ombreggiamento sono molto distanti dai recettori. In tali circostanze l’effetto dell’ombra è trascurabile poiché il rapporto tra lo spessore della pala e la distanza dal fabbricato è molto ridotto;
- una stima più approfondita del fenomeno, formulata tenendo conto della posizione del piano di rotazione delle pale in relazione alle direzioni dei venti attese, porterebbe ad un ulteriore abbattimento dei valori di shadow flickering sopra esposti.

2. Impatto acustico:

La descrizione dell’impatto acustico generato dall’impianto è approfondita nell’ambito della Relazione previsionale di impatto acustico, a cui si rimanda:

- 224308_D_R_0330 Relazioni previsionale di impatto acustico

Dall’analisi svolta nello specifico documento tecnico si evince quanto segue.

L’Impianto Eolico, costituito da n°15 aerogeneratori, ricade nei territori comunali di Nulvi e Tergu (SS), l’area di ubicazione degli aerogeneratori ricade in Classe acustica III – Aree di tipo misto, analogamente, i ricettori ricadono tutti in Classe acustica III.

Dal punto di vista Emissivo si sottolinea che la nuova configurazione con le 15 turbine Vestas V162 6.2 – HH 119m – 6,2 MW comporta una riduzione emissiva ai ricettori più prossimi da un minimo di -1,8 dB(A) ad un massimo di -11,8 dB(A), solo per alcuni ricettori la variazione a nord est vi è un incremento di pochi dB ma ben al di sotto del limite notturno più restrittivo di 45 dB(A).

I valori ottenuti sono inferiori ai limiti applicabili di zona. I Limiti differenziali, come detto, sono rispettati o non sono applicabili ai sensi dell’art. 4 comma 2 del DPCM del 14/11/1997.

3. Impatto elettromagnetico:

L’analisi completa delle emissioni elettromagnetiche associate alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica tramite lo sfruttamento del vento, dovute potenzialmente ai cavidotti MT ed alla Stazione Elettrica d’Utenza, viene

effettuata nella specifica Relazione sull’Elettromagnetismo (D.P.C.M. 08/07/03 e D.M 29/05/08) a cui si rimanda per i dettagli:

- 224308_D_R_0329 Relazione sull’elettromagnetismo (D.P.C.M. 08/07/03 e D.M 29/05/08).

In particolare, alla luce di quanto analizzato in questo documento, si evince che nell’area in esame non sussistono condizioni tali da lasciar presupporre la presenza di radiazioni al di fuori della norma. L’analisi degli impatti ha infatti concluso questi essere NON SIGNIFICATIVI sulla popolazione.

Inoltre, poiché gli unici potenziali recettori, durante le tre fasi di costruzione, esercizio e dismissione, sono gli operatori di campo, la loro esposizione ai campi elettromagnetici sarà gestita in accordo con la legislazione sulla sicurezza dei lavoratori applicabile (D.lgs. 81/2008 e s.m.i.).

4. Rottura accidentale di organi rotanti:

Lo studio della rottura degli organi rotanti è stato svolto mediante il calcolo della traiettoria di una pala del rotore in caso di rottura dell’attacco bullonato che unisce la pala al mozzo, secondo i principi della balistica, nella specifica Relazione di calcolo della gittata, a cui si rimanda per gli approfondimenti:

- **224308_D_R_0327 Relazione di calcolo della gittata.**

In particolare, alla luce di quanto analizzato in questo documento, si evince che in un intorno di ampiezza pari a 178,02 m, che rappresenta il valore di gittata reale stimato, non ricade nessun punto sensibile.

6. INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO D’AMMODERNAMENTO

6.1. GEOLOGIA

La sequenza stratigrafica complessiva dell’area nella quale si inserisce il settore è rappresentata dal basso in alto da:

- Sedimenti marini miocenici e eocenici;
- Sedimenti continentali pliocenici;
- Vulcaniti acide terziarie;
- Depositi alluvionali quaternari;
- Depositi eluvio-colluviali olocenici-attuali;
- Detriti di falda.

Le unità presenti nell’area, dall’alto verso il basso sono le seguenti:

- AA1_001_b2**, Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE
- AA1_003_a1**, Depositi di frana. Corpi di frana. OLOCENE
- AA2_001_b**, Depositi alluvionali. OLOCENE
- AB0_004_PVM2d**, Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Depositi di frana. PLEISTOCENE SUP.
- BA1_004_BGD4**, Subunità di San Matteo (BASALTI DEL LOGUDORO). Trachibasalti olocristallini, porfirici per fenocristalli di Pl, Cpx, Ol, con noduli gabbrici e peridotitici, e xenoliti quarzosi, in estese colate. (0,7-0,2 ± 1 Ma). PLEISTOCENE MEDIO
- CA1_011_RESb**, Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati. Intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso-feldspatici a grana medio-grossa, localmente ricchi in ossidi di ferro (Ardara-Mores).
- CA1_012_RESa**, Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile, con faune a gasteropodi (Turritellidi), ostreidi ed echinidi (Scutella, Amphiope) ("Calcari inferiori" Auct.).
- CA1_014_LRM**, FORMAZIONE DEL RIO MINORE. Depositi epiclastici con intercalazioni di seici, siltiti e marne con resti di piante, conglomerati, e calcari silicizzati di ambiente lacustre ("Formazione lacustre" Auct.). BURDIGALIANO
- CA1_015_ELS**, FORMAZIONE DI CASTELSARDO. Arenarie e sabbie, argille siltose, tuffi, conglomerati, tuffi talora alterati, con intercalazioni di marne più o meno siltose, fossilifere per abbondanti malacofaune (pettinidi, echinidi, gasteropodi, pteropodi).
- CA1_016_ERI**, FORMAZIONE DI MONTE ERI. Conglomerati ed arenarie a componente vulcanica, in livelli e/o lenti. Ambiente continentale fluviale. OLIGOCENE SUP. - AQUITANIANO
- CB1_001_HRM**, UNITÀ DI CHIARAMONTI. Depositi di flusso piroclastico pomiceo-cineritici in facies ignimbritica a chimismo riolacitico, debolmente saldati, talora argillificati e/o silicizzati, con cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Qtz. (K/Ar: pl. 20,3±1 Ma - bt).
- CB1_004_NLI**, UNITÀ DI SANTA GIULIA. Andesiti basaltiche e basalti andesitici, porfirici per fenocristalli di Ol, Px, Pl; in potenti colate talora ialoclastiche, sills e necks intercalati entro la sequenza lacustre. (K/Ar: 17,7 0.8 Ma: Lecca et alii, 1997).
- CB1_006_NTA**, UNITÀ DI NURAGHE GIUNTAS. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, a chimismo riolacitico, saldati, con cristalli liberi di Pl, Sa, Cpx, vitroclastici o saldati con tessitura eutaxitica. Localmente alla base è presente un paleosuolo.
- CB1_008_LGU**, UNITÀ DI LOGULENTU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, saldati, di colore rossastro, con tessitura macroeutaxitica. BURDIGALIANO
- CB1_009_OSL**, UNITÀ DI OSILO. Andesiti porfiriche per fenocristalli di Pl, Am, e Px; in cupole di ristagno e colate. AQUITANIANO - BURDIGALIANO
- CB1_010_OSLa**, Litofacies nell'UNITÀ DI OSILO. Depositi di debris avalanches con elementi eterometrici di andesiti da clasto-sostenuti a matrice-sostenuti. AQUITANIANO - BURDIGALIANO
- CB1_012_LBG**, UNITÀ DI LU BAGNU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, a chimismo riolacitico-nolacitico, saldati, a struttura vitroclastica, con scarsi cristalli liberi di Pl, Sa, Cpx, Am, Bt, fiamme minute talora palagonitiche. (K/Ar: 21,3 ± 1 Ma;
- CB1_013_OZS**, UNITÀ DI MONTE OZZASTRU. Andesiti e andesiti basaltiche, anfibolico-piroseniche e piroseniche porfiriche; in cupole di ristagno e colate talora autoclastiche o ialoclastiche a pillows, con associati depositi di block and ash flows a crumble breccia.

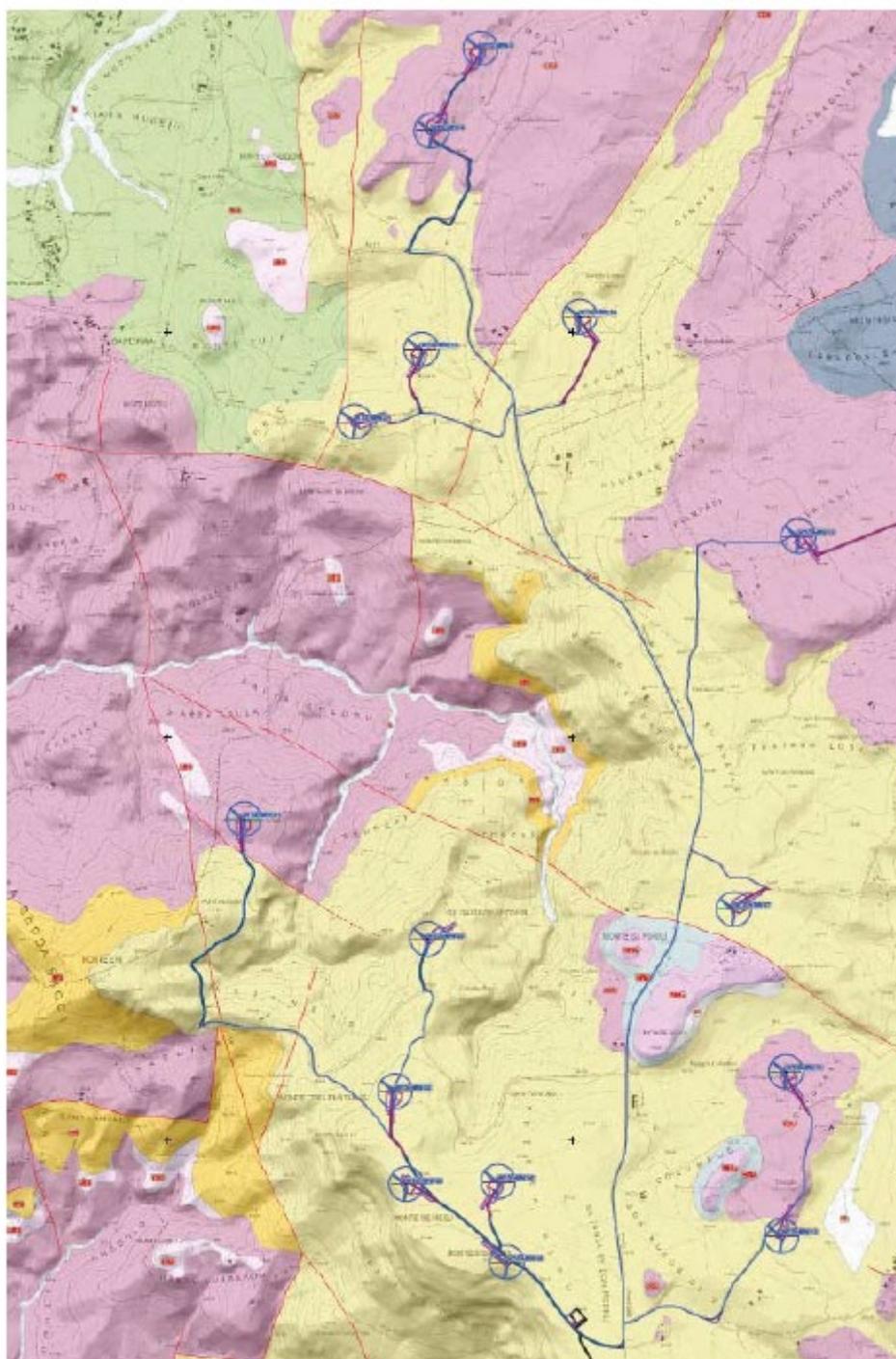


Figura 2 – Geolitologia dell’area di progetto, fuori scala, e relativa legenda

All’interno dell’area di progetto ricadono solo alcune delle formazioni presenti nell’area complessiva e costituenti il background del sistema.

La descrizione delle unità geolitologiche è tratta dai libretti illustrativi del CARG.

- CB1_008, LGU, UNITÀ DI LOGULENTU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici, saldati, di colore rossastro, con tessitura macro eutaxitica. BURDIGALIANO
- CB1_009, OSL, UNITÀ DI OSILO. Andesiti porfiriche per fenocristalli di Pl, Am, e Px; in cupole di ristagno e colate.

AQUITANIANO - BURDIGALIANO

- CB1_010, OSLa, Litofacies nell'UNITÀ DI OSILO. Depositi di debris avalanches con elementi eterometrici di andesiti da clasto-sostenuti a matrice-sostenuti. **AQUITANIANO - BURDIGALIANO**

CB1_013, OZS, UNITÀ DI MONTE OZZASTRU. Andesiti e andesiti basaltiche, anfibolico -pirosseniche e pirosseniche porfiriche; in cupole di ristagno e colate talora autoclastiche o ialoclastiche a pillows, con associati depositi di block and ash flows a crumble breccia.

Il presente paragrafo riporta una descrizione semplificata e riassuntiva di quanto approfondito nell'ambito della Relazione geologica, a cui si rimanda:

- 224308_D_R_0341 Relazione geologica e geotecnica.

6.2. TOPOGRAFIA

L'impianto eolico è ubicato a nord del comune di Nulvi (SS) e a Sud del comune di Tergu (SS), situato ad un'altitudine compresa fra i 370 e 570 m slm.

Per ulteriori approfondimenti si manda ai seguenti elaborati di progetto:

- 224308_D_D_0181 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 01
- 224308_D_D_0182 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 02
- 224308_D_D_0183 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 03
- 224308_D_D_0184 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 04
- 224308_D_D_0185 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 05
- 224308_D_D_0186 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 06
- 224308_D_D_0187 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 07
- 224308_D_D_0188 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 08
- 224308_D_D_0189 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 09
- 224308_D_D_0190 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 10
- 224308_D_D_0191 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 11
- 224308_D_D_0192 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 12
- 224308_D_D_0193 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 13
- 224308_D_D_0194 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 14
- 224308_D_D_0195 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - WTG NEW 15
- 224308_D_D_0196 Rilievo piano altimetrico delle aree di intervento - Stazione elettrica di utenza

6.3. IDROLOGIA

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico regionale della Sardegna, corrispondente all'intero territorio regionale, comprese le isole minori, è redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto legge n. 180/1998, con le relative fonti normative e di conversione, modifica e integrazione. Il P.A.I. è suddiviso in 7 sottobacini. Il Progetto di ammodernamento previsto rientra nel sub-bacino Sub-bacino n.3 – Coghinas-Mannu-Temo.

L'idrografia della Sardegna si presenta con i caratteri tipici delle regioni mediterranee, tutti i corsi d'acqua sono caratterizzati da un regime torrentizio dovuto alla stretta vicinanza tra i rilievi e la costa. Gli unici corsi d'acqua che presentano carattere perenne sono il Flumedosa, il Coghinas, il Liscia, il Temo ed il fiume Tirso, il più importante dei fiumi sardi.

[A scala di progetto](#), sono presenti corsi d'acqua, così come determinati dall'art. 30ter delle NTA del P.A.I.; tra questi, in particolare, si possono citare Riu Badde Cherchi, affluente del Riu di Primasera, affluente del Riu Silanus e Riu Alinos.

6.4. IDROGEOLOGIA

Le informazioni bibliografiche relative ai corpi idrici sotterranei a scala regionale sono scarse o poco aggiornate. Dalla Carta delle Unità Idrologiche realizzata nell’ambito del Sistema Informativo Risorse Idriche Sotterranee (SIRIS) sulla base della Carta geologica della Sardegna, sono individuati 37 complessi acquiferi principali, costituiti da una o più Unità idrogeologiche con caratteristiche idrogeologiche sostanzialmente omogenee.

Il Progetto interessa i Corpi idrici sotterranei degli acquiferi sedimentari terziari “Detritico carbonatico oligo-miocenico del Sassarese meridionale” ed i Corpi idrici sotterranei degli acquiferi vulcanici terziari “Vulcaniti oligo-mioceniche di Osilo-Perfugas”. Con riferimento al Terzo ciclo di pianificazione 2021 del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna, i corpi idrici sopra individuati presentano uno Stato Chimico ed uno Stato Quantitativo classificato come *Buono*.

6.5. STRUTTURE

Le opere strutturali di cui si compone il Progetto sono le seguenti:

- Impianto eolico:
 - Fondazioni torri.
- Stazione Elettrica di Utenza:
 - Fondazioni apparecchiature elettriche;
 - Edificio quadri;
 - TLC;
 - Muro di Recinzione.

Si riportano, di seguito, le caratteristiche dimensionali delle opere strutturali su citate e calcolate nel documento specifico, a cui si rimanda:

- **224308_D_R_0360 Relazione sulle strutture**

Si precisa che la geometria delle opere strutturali **potrà subire modifiche** nel corso dei successivi livelli di progettazione.

Fondazioni torri

Il plinto di fondazione calcolato presenta una forma assimilabile a un tronco di cono con base maggiore avente diametro massimo pari a 30,00 mt, con un nocciolo centrale cilindrico con diametro massimo pari a 8,00 mt, con altezza complessiva pari a 3,50 mt. Tale fondazione è di tipo indiretto su 18 pali di diametro 1200 mm, posizionati su una corona di raggio 13,50 mt e lunghezza variabile da 20 a 30 mt.

La sezione è rastremata a partire dal perimetro esterno, spessore 110 cm, fino al contatto con il nocciolo centrale citato dove lo spessore della sezione è di 350 cm.

La geometria delle opere strutturali **potrà subire modifiche** nel corso dei successivi livelli di progettazione.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda al seguente elaborato di progetto:

- **224308_D_R_0360 Relazione sulle strutture.**

Fondazioni apparecchiature elettriche della Stazione Elettrica di Utenza

Le fondazioni calcolate relative al reparto 150 kV vengono indicate come segue:

- INTERRUTTORE – FONDAZIONE N°04;
- TRASFORMATORE DI CORRENTE– FONDAZIONE N°03;
- SEZIONATORE – FONDAZIONE N°06;

- TRASFORMATORE DI TENSIONE – FONDAZIONE N°05;
- SCARICATORE DI TERRA- FONDAZIONE N°02 e N°07;
- TRASFORMATORE DI POTENZA 150/30kV – FONDAZIONE N°01;
- EDIFICI;
- MURI DI RECINZIONE.

In particolare si riportano le caratteristiche dimensionale delle diverse fondazioni calcolate:

Interruttore – Fondazione n°04

Trattasi di una piastra di base in c.a. a contatto con il terreno avente dimensioni di 2,00x6,20x0,50m, provvista di tre gruppi da quattro tirafondi disposti a maglia quadrata, per l’installazione dell’apparecchiatura.

Trasformatore di corrente – Fondazione n°03

Trattasi di una piastra di base in c.a. a contatto con il terreno sulla quale viene impostato n.1 batolo per l’ancoraggio delle apparecchiature sovrastanti. La piastra summenzionata ha dimensioni di 1,90x1,90x0,30m, mentre, il batolo ha dimensione 0,70x0,70x0,50m ed è provvisto di quattro tirafondi disposti a maglia quadrata, per l’installazione dell’apparecchiatura.

Sezionatore – Fondazione n°06

Trattasi di una piastra di base in c.a. a contatto con il terreno avente dimensioni di 1,40x4,80x0,50m, provvista di dodici tirafondi disposti a maglia quadrata, per l’installazione dell’apparecchiatura.

Trasformatore di tensione – Fondazione n°05

Trattasi di una piastra di base in c.a. a contatto con il terreno sulla quale viene impostato n.1 batolo per l’ancoraggio delle apparecchiature. La piastra summenzionata ha dimensioni di 1,60x1,60x0,30m, mentre, il batolo ha dimensione 0,70x0,70x0,50m ed è provvisto di quattro tirafondi disposti a maglia quadrata, per l’installazione dell’apparecchiatura.

Scaricatore di terra – Fondazione n°02 e n°7

Trattasi di una piastra di base in c.a. a contatto con il terreno sulla quale viene impostato n.1 batolo per l’ancoraggio delle apparecchiature sovrastanti. La piastra summenzionata ha dimensioni di 1,60x1,60x0,30m, mentre, il batolo ha dimensione 0,70x0,70x0,50m ed è provvisto di quattro tirafondi disposti a maglia quadrata, per l’installazione dell’apparecchiatura.

Trasformatore di potenza 150/30 kV – Fondazione n°1

Trattasi di una piastra in c.a. a contatto con il terreno sulla quale sono impostate delle pareti per l’appoggio dei componenti del trasformatore. Il perimetro è realizzato da paretine in c.a. in modo da formare una vasca di raccolta olio. Tale fondazione ha un’area di impronta di circa 54 mq con dimensioni 9,00x6,00x0,42m. Le pareti hanno dimensioni 6,00x0,80x1,78m, su cui sono ancorate piastre metalliche per l’appoggio del trasformatore.

Edificio quadri

L’edificio quadri sarà preassemblate costituite da pannelli in lamiera sandwich e fondazioni integrate in cemento armato.

Edificio TLC

L’ edificio TLC sarà preassemblate costituite da pannelli in lamiera sandwich e fondazioni integrate in cemento armato.

Muro di recinzione

La stazione elettrica di utenza sarà delimitata da recinzioni costituita da muri a mensola in cemento armato con base rettangolare di 0,90m ed un’altezza di 1,60m.

Su tali elementi strutturali verranno inseriti degli elementi prefabbricati in c.a. di dimensione 10x15 cm che completano la recinzione della sottostazione.

6.6. GEOTECNICA

La sintesi dei dati puntuali rilevati (rilievo geologico, prove penetrometriche) ha permesso di elaborare i modelli geologici e geotecnici.

Si riportano, di seguito, i valori caratteristici dei parametri geotecnici dei siti individuati nell’ambito della relazione geologica e geotecnica (224308_D_R_0341), a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti.

parametro	simb	Unità	OZS	OSL	LGU
Pressione ammissibile	σ	Kg/cm ²	0.50-1.90	1.00-1.50	2.60-4.20
Coesione non drenata	cu	Kg/cm ²	1.00	1.00	4-5
Modulo di Young	Eel	Kg/cm ²	100	150	>450
Angolo d’attrito	α	Gradi	22-24	26-28	29-33
Peso di volume	γ	g/cm ³	1.8	1.9	1.8/1.9

Tabella parametri geotecnici

6.7. ESPROPRI

L’art. 12 del D.Lgs. 387/2003 e s.m.i., nell’opera di razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative, attribuisce per legge la pubblica utilità alle opere di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Ciò consente al promotore dell’opera di avvalersi del diritto di beneficiare della procedura espropriativa per ottenere la disponibilità delle aree, ai sensi e nei limiti previsti dal DM 10 settembre 2010 lettere c) e d) del punto 13.1, secondo cui:

- per gli impianti eolici la procedura espropriativa può essere richiesta sia per l’area su cui realizzare l’impianto, che per quella destinata alle opere connesse (e relative vie di accesso).

Nel caso in esame, per le aree occupate dagli aerogeneratori e dalle piazzole definitive si prevede l’**esproprio**, ovvero l’acquisizione totale o parziale del fondo. Per le piazzole e la viabilità di costruzione, invece, si prevede l’**occupazione temporanea**, non preordinata all’esproprio, che consiste nell’occupazione totale o parziale del fondo in modo temporaneo, durante la fase cantiere. Per la viabilità definitiva e per gli elettrodotti interrati si prevede la **servitù di passaggio e cavidotto**, che consistono rispettivamente nel diritto di accesso alle opere e nel diritto di passaggio delle condutture elettriche. Infine, è prevista la **servitù di sorvolo/aerea**, servitù non tipizzata dalla legge, generata dalla presenza dell’aerogeneratore, le cui pale determinano un’invasione aerea del suolo, dei fondi attigui a quello su cui insiste l’opera.

L’estensione, i confini, i dati catastali delle aree interessate ed il piano particellare sono analizzati nel dettaglio nei seguenti documenti:

- 224308_D_T_0373 Elenco dei beni soggetti all'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio
- 224308_D_R_0374 Relazione di stima
- 224308_D_T_0380 Piano particellare di esproprio Analitico
- 224308_D_D_0381 Piano particellare di esproprio grafico - Foglio 1
- 224308_D_D_0382 Piano particellare di esproprio grafico - Foglio 2
- 224308_D_D_0383 Piano particellare di esproprio grafico - Foglio 3
- 224308_D_D_0384 Piano particellare di esproprio grafico - Foglio 4
- 224308_D_D_0385 Piano particellare di esproprio grafico - Foglio 5
- 224308_D_D_0386 Piano particellare di esproprio grafico - Foglio 6
- 224308_D_D_0387 Piano particellare di esproprio grafico - Foglio 7

6.8. PAESAGGIO

L’area di intervento del Progetto di ammodernamento, essendo quest’ultimo ubicato nello stesso sito dell’impianto eolico esistente da dismettere, ha già caratteri antropici, o al più agricoli, grazie alle coltivazioni che si sono estese fino alla base delle torri esistenti.

L'area di progetto è caratterizzata da un ecosistema agricolo, rappresentato da superfici occupate da coltivazioni destinate alla produzione di foraggiere/pascolo, e da un ecosistema seminaturale rappresentato da superfici occupate da pascoli naturali, gariga e macchia mediterranea. L'ecosistema seminaturale risente del disturbo antropico rappresentato in misura prevalente dall'attività pascolativa del bestiame domestico. Nei siti di ubicazione degli aerogeneratori WTG NEW 08, WTG NEW 09, WTG NEW 12 e WTG NEW 15 sono presenti alcune formazioni arboree. Si precisa, che gli elementi arborei eventualmente interferenti saranno espantati e reimpiantati in aree limitrofe; in caso di eventuale impossibilità tecnica di espanto saranno sostituiti con esemplari della stessa specie. Il sito di realizzazione del progetto di ammodernamento non risulta interessato dalla presenza di alberi monumentali ai sensi della Legge n. 10/2013 e del Decreto 23 ottobre 2014.

L'aerogeneratore WTG NEW 07 ricade in "aree tutelate per legge" ai sensi dell'art.142, co.1, lett. c) del D. Lgs. 42/2004, l'aerogeneratore sarà posto quasi al limite della fascia di tutela del corso d'acqua, ovvero a circa 140 m. A riguardo, si rende noto, che con il progetto di ammodernamento si avrà una riduzione del numero di aerogeneratori ricadenti in "aree tutelate per legge".

L'area di progetto risulta esterna a parchi e riserve naturali ed a siti appartenenti alla Rete Natura 2000.

In merito alla componente antropico-culturale, nell'area vasta sono presenti diverse architetture di età nuragica; dalla ricerca di beni Storico Architettonici, Aree Archeologiche, Parchi Archeologici e Complessi Monumentali, effettuata mediante l'ausilio del sito vincoliinretegeo.beniculturali.it, si evince che il Progetto non interessa tali beni. Dalla "Relazione archeologica (224308_D_R_0400) e dall'[Addendum alla Relazione archeologica \(224308_D_D_0406\)](#), emerge che il potenziale archeologico appare prevalentemente molto basso o basso, la valutazione del rischio archeologico appare prevalentemente bassa. È stata comunque effettuata una ricognizione di tali beni, nell'area vasta in esame, al fine di valutare la percezione visiva dell'impianto da suddetti punti.

In particolare, in merito alla componente percettiva, sono stati individuati dei punti sensibili, quali i beni tutelati ai sensi dell'art. 134, comma1, lettera b) del Codice, ovvero le "aree tutelate per legge", le strade di interesse paesaggistico o storico culturale o ancora luoghi di normale fruizione, dai quali si può godere del paesaggio in esame. Le aree sono adibite principalmente a "seminativi in aree non irrigue", caratterizzate da una rete infrastrutturale secondaria connessa a quella principale e dalla presenza di case e nuclei rurali.

Si è inoltre rilevata la presenza di altri impianti eolici e relative opere di connessione, nonché dell'impianto eolico esistente da dismettere, per cui il Progetto si inserisce in un territorio che, seppure ancora connotato da tutti quei caratteri identitari e statutari frutto delle complesse relazioni storiche che lo hanno determinato, ha assunto, da tempo, l'ulteriore caratteristica di paesaggio "energetico", ovvero dedicato anche alla produzione di energia.

A fronte della generale condizione visiva, la quantificazione (o magnitudo) di impatto paesaggistico, per i punti d'osservazione considerati, viene effettuata con l'ausilio di parametri euristici che tengono conto da un lato del valore del contesto paesaggistico e dall'altro dalla visibilità dell'area in esame.

Il valore medio dell'Impatto è circa pari a 5, risultando dunque tra **basso e medio**. Il valore medio dell'impatto risulta, pertanto, non significativo, così come l'analisi degli impatti sui singoli punti sensibili, evidenzia un risultato, anche nei casi più esposti, contenuto in un valore di 6 su un punteggio di 16, pari al massimo impatto.

Tale analisi dimostra come l'intervento, laddove percepibile, venga assorbito dallo sfondo senza alterare gli elementi visivi prevalenti e le viste da e verso i centri abitati e i principali punti di interesse.

Il numero di aerogeneratori, la configurazione del layout e le elevate interdistanze fanno sì che non vengano prodotte interferenze tali da pregiudicare il riconoscimento o la percezione dei principali elementi di interesse ricadenti nell'ambito di visibilità dell'impianto.

In una relazione di prossimità e dalla media distanza, nell'ambito di una visione di insieme e panoramica, le scelte insediative, architettoniche effettuate, fanno sì che l'intervento non abbia capacità di alterazione significativa.

Rispetto all’impianto eolico esistente, dal bilancio di intervistabilità si evince che c’è una vasta porzione dell’area di intervento per la quale si evidenzia una diminuzione nel numero di aerogeneratori visibili, correlata proprio alla natura del Progetto in esame, che prevede una notevole riduzione del numero di aerogeneratori (da 35 a 15), con conseguente diminuzione dell’effetto selva. È chiaro, tuttavia, che i nuovi aerogeneratori avranno un’altezza maggiore (da 81 m a 203 m), risultando più grandi, anche se in numero inferiore, comportando una modifica della percezione visiva, che, però, come analizzato, risulta comunque non significativa dai diversi punti di vista considerati (punteggio medio 5 su 16).

Dal punto di vista qualitativo, tenuto conto dell’elaborato [224308_D_D_0314_02 Fotoinserimenti](#), che riporta sia lo stato attuale (35 aerogeneratori) che quello di progetto (15 aerogeneratori), volendo confrontare la diversa percezione visiva dai punti di vista sensibili considerati, è possibile affermare che essendo il Progetto d’ammodernamento caratterizzato da aerogeneratori con un’altezza maggiore, questi risultano maggiormente visibili dai punti di vista più prossimi all’impianto.

Pertanto, si considera, più significativa la notevole riduzione degli aerogeneratori e quindi dell’effetto selva generato dal Progetto di Ammodernamento piuttosto che un aumento della percezione visiva dovuta ad una maggiore altezza degli aerogeneratori.

6.9. AMBIENTE

La trattazione dettagliata dell’inserimento del Progetto nel contesto ambientale viene effettuata nello Studio di Impatto ambientale, a cui si rimanda per gli opportuni approfondimenti:

- [224308_D_R_0110_01 Studio di impatto ambientale](#).

Volendo riportare i punti più significativi, dall’analisi degli impatti dell’opera, si evince quanto segue:

- l’area di Progetto è caratterizzata da un ecosistema agricolo (foraggiere, pascolo) e da un ecosistema seminaturale che risente del disturbo antropico rappresentato prevalentemente dall’attività pascolativa del bestiame domestico;
- l’effetto delle opere sugli habitat di specie vegetali e animali è stato considerato sempre basso-medio in quanto la realizzazione del Progetto non andrà a modificare in modo significativo gli equilibri attualmente esistenti. L’area di Progetto risulta esterna ad aree naturali protette ed a siti appartenenti alla Rete Natura 2000 ed IBA;
- la quantificazione (o magnitudo) dell’impatto paesaggistico, per i punti d’osservazione considerati, conduce ad un valore medio dell’Impatto circa pari a 5, risultando basso-medio. Tale analisi dimostra come l’intervento, laddove percepibile, venga assorbito dallo sfondo senza alterare gli elementi visivi prevalenti e le viste da e verso i centri abitati e i principali punti di interesse;
- il livello di emissione/immissione alla sorgente e presso i ricettori sensibili e la verifica del livello differenziale sono rispettati. Pertanto alla luce delle misurazioni effettuate e relativi calcoli previsionali, si evince che il parco eolico in progetto, non produce inquinamento acustico;
- nell’area in esame non sussistono condizioni tali da lasciar presupporre la presenza di radiazioni elettromagnetiche al di fuori della norma. L’analisi degli impatti ha infatti concluso questi essere non significativi sulla popolazione;
- la realizzazione del Progetto, comportando creazione di lavoro, ha un effetto positivo sulla componente socioeconomica, in aree che vivono in maniera importante il fenomeno della disoccupazione. L’iniziativa in progetto in un contesto così depresso potrebbe essere volano di sviluppo di nuove professionalità e assicurare un ritorno equo ai conduttori dei lotti su cui si andranno ad inserire gli aerogeneratori senza tuttavia precludergli la possibilità di continuare ad utilizzare tali terreni per le attività agricole;
- si effettueranno interventi sia per l’adeguamento della viabilità esistente, sia per la realizzazione dei brevi nuovi tratti stradali per l’accesso alle singole piazzole attualmente non servite da viabilità alcuna. Fermo restando il carattere necessariamente provvisorio degli interventi maggiormente impattanti sullo stato attuale di alcuni luoghi e tratti della viabilità esistente, si prende atto del fatto che la maggioranza degli interventi risultano percepibili come utili forme di adeguamento permanente della viabilità, a tutto vantaggio dell’attività agricola attualmente in essere in vaste aree

dell'ambito territoriale interessate dal progetto, dell'attività di prevenzione e gestione degli incendi, nonché della maggiore accessibilità e migliore fruibilità di aree di futura accresciuta attrattività.

Non per ultimo, sono da evidenziare i **vantaggi attesi dalla soluzione progettuale rispetto all'impianto eolico esistente**. In particolare:

- l'evoluzione tecnologica nel settore degli aerogeneratori consente di produrre un moderno aerogeneratore che manifesta una **diminuzione della velocità di rotazione del rotore, con vantaggio in termini di percezione e conseguente effetto benefico verso la riduzione di ostacoli per il passaggio dell'avifauna**;
- la riduzione del 60% del numero di aerogeneratori comporta un'ottimizzazione della distribuzione degli stessi all'interno della stessa macro area già interessata dall'impianto eolico esistente, **evitando in tal modo "l'effetto selva" senza incrementi significativi nella percezione visiva dell'impianto**. La riduzione del numero di turbine, **crea varchi più ampi tra gli aerogeneratori agevolando l'eventuale passaggio dell'avifauna** riducendo di fatto anche il numero di ostacoli;
- lo studio di producibilità effettuato con il modello di turbina in progetto evidenzia un **sostanziale incremento della produzione media annua rispetto allo stato attuale (quasi il quintuplo)**, a fronte di un numero di aerogeneratori ridotto;
- vi è un **miglioramento delle prestazioni acustiche**, grazie al minor numero di sorgenti emmissive poste ad una quota più distante dal suolo per l'aumento dell'altezza del mozzo;

In conclusione, l'intervento proposto tende a valorizzare il più possibile una risorsa che sta dando ormai da più di un decennio risultati eccellenti, su un'area già sfruttata sotto questo aspetto, quindi con previsioni attendibili in termini di produttività. Inoltre, andando a sostituire un impianto preesistente, le perdite in termini di superficie risulteranno trascurabili.

I nuovi aerogeneratori consentiranno di incrementare la produzione di energia di circa il quintuplo rispetto alla potenzialità dell'impianto allo stato attuale. La maggiore producibilità genererà la diminuzione di produzione di CO2 equivalente.

Pertanto, la predisposizione del nuovo layout e del numero dei nuovi aerogeneratori sono il risultato di una logica di ottimizzazione del potenziale eolico del sito e di armonizzare dal punto di vista paesaggistico e orografico le conseguenze che lo stesso pone.

La mancata realizzazione degli interventi proposti si tradurrebbe in un minore sfruttamento del potenziale energetico rinunciando al riassetto e alla riduzione di strutture sul territorio.

Pertanto, sulla base dei risultati riscontrati a seguito delle valutazioni condotte nel corso del presente Studio si può concludere che l'impatto complessivo dell'attività in oggetto è compatibile con la capacità di carico dell'ambiente e gli impatti positivi attesi dalle misure migliorative, risultano superiori a quelli negativi, rendendo sostenibile l'opera. Inoltre, il Progetto di ammodernamento, anche rispetto all'impianto eolico esistente, si dimostra più compatibile con il territorio e con gli aspetti di maggiore sensibilità territoriale e ambientale del contesto.

6.10. IMMOBILI DI INTERESSE STORICO ARTISTICO E ARCHEOLOGICO

In merito alla componente antropico-culturale, nell'area vasta sono presenti diverse architetture di età nuragica; dalla ricerca di beni Storico Architettonici, Aree Archeologiche, Parchi Archeologici e Complessi Monumentali, effettuata mediante l'ausilio del sito vincoliinretegeo.beniculturali.it si evince che il Progetto non interessa tali beni. Dalla Relazione archeologica (224308_D_R_0400) e dall'[Addendum alla Relazione archeologica \(224308_D_D_0406\)](#) emerge che il potenziale archeologico appare prevalentemente molto basso o basso, la valutazione del rischio archeologico appare prevalentemente bassa. È stata comunque effettuata una ricognizione di tali beni, nell'area vasta in esame, al fine di valutare la percezione visiva dell'impianto da suddetti punti.

Il valore medio dell'Impatto è circa pari a 5, risultando dunque tra **basso e medio**. Il valore medio dell'impatto risulta, pertanto, non significativo, così come l'analisi degli impatti sui singoli punti sensibili, evidenzia un risultato, anche nei casi più esposti, contenuto in un valore di 6 su un punteggio di 16, pari al massimo impatto.

Tale analisi dimostra come l’intervento, laddove percepibile, venga assorbito dallo sfondo senza alterare gli elementi visivi prevalenti e le viste da e verso i centri abitati e i principali punti di interesse.

6.11. INDAGINI E STUDI

Per le indagini e gli studi specialistici condotti nell’ambito nel presente Progetto si rimanda ai seguenti documenti:

- 224308_D_R_0110 Studio di Impatto Ambientale;
- 224308_D_R_0114 Studio di Incidenza
- 224308_D_R_0313 Relazione paesaggistica ai sensi del D.P.C.M. 12.12.2005;
- 224308_D_R_0327 Relazione di calcolo della gittata;
- 224308_D_R_0328 Relazione di shadow flickering;
- 224308_D_R_0329
- 224308_D_R_0324 Relazione anemologica;
- 224308_D_R_0330 Relazione previsionale di impatto acustico;
- 224308_D_R_0341 Relazione Geologica e Geotecnica;
- 224308_D_R_0351 Studio di compatibilità idrogeologica;
- 224308_D_R_0352 Studio di compatibilità idrologica e idraulica;
- 224308_D_R_0355 Relazione preliminare sulla gestione delle terre e rocce da scavo;
- 224308_D_R_0360 Relazione di calcolo sulle strutture;
- 224308_D_R_0362 Relazione Tecnico impiantistica;
- 224308_D_R_0363 Relazione faunistica;
- 224308_D_R_0364 Relazione floristico-vegetazionale;
- 224308_D_R_0400 Relazione archeologica.

7. DESCRIZIONE DELLE OPERE

7.1. DATI GENERALI D’IMPIANTO

Il Progetto di Ammodernamento prevede nello specifico:

- dismissione dell’impianto eolico esistente (potenza in dismissione pari a 29,75 MW) e delle relative opere accessorie, così costituito:
 - n° 35 aerogeneratori (modello Vestas V52), e relative fondazioni, piazzole e cavidotti interrati in media tensione (MT= 20 kV);
- realizzazione nelle stesse aree di un nuovo impianto eolico costituito da 15 aerogeneratori e relative opere accessorie per una potenza complessiva di 99 MW. L’impianto sarà costituito da aerogeneratori della potenza unitaria massima di 6,6 MW, diametro del rotore massimo di 170 m ed altezza complessiva massima di 203 m. In particolare, l’impianto eolico avrà le seguenti caratteristiche:
 - n° 15 aerogeneratori e relative fondazioni, piazzole e cavidotti interrati in media tensione (MT= 30 kV);
 - **Impianto di Utenza per la Connessione, costituito dall’esistente Stazione Elettrica di Utenza 150/30 kV di Tergu, opportunamente potenziata, e dal collegamento aereo tra quest’ultima e l’esistente ed adiacente C.P. di Enel Distribuzione S.p.A. di Tergu.**
- futura dismissione dell’impianto ammodernato, al termine della sua vita utile.

Il tipo di aerogeneratore previsto per l’impianto in oggetto (aerogeneratore di progetto) è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6.6 MW, avente le caratteristiche principali di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro pari a 170 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il convertitore elettronico di potenza, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio;
- altezza complessiva fuori terra dell’aerogeneratore pari a 203,00 m;
- diametro alla base del sostegno tubolare: 4,70 m;
- area spazzata: 22,698 m².

Nello specifico, i modelli di aerogeneratori considerati sono i seguenti:

1. Siemens Gamesa SG170 6.6 - HH 115m – 6,6 MW
2. Siemens Gamesa SG155 6.6 - HH 122,5m – 6,6 MW
3. Vestas V162 6.2 – HH 119m – 6,2 MW
4. General Electric GE164 6,1 – HH 121m – 6,1 MW

Le caratteristiche di dettaglio dei modelli commerciali sono state utilizzate ai fini di redigere:

- Studio di impatto acustico (modello commerciale con impatto peggiorativo: SG170 - HH 115 m);
- Progettazione trasportistica (modello commerciale con componenti più pesanti e più ingombranti: SG170 - HH 115 m);
- Analisi degli effetti della rottura degli organi rotanti (modello commerciale più sfavorevole: GE164 – HH 121m);
- Calcolo preliminare per il dimensionamento del plinto di fondazione (modello commerciale peggiorativo);
- Studio degli effetti di Shadow Flickering (modello commerciale più sfavorevole: SG170 - HH 115 m);
- Studio di impatto paesaggistico (modello commerciale con impatto peggiorativo: SG170 - HH 115 m).

Per tutti gli altri aspetti progettuali sono state utilizzate le caratteristiche sopra riportate, sufficienti in particolare a svolgere la progettazione civile, la progettazione elettrica, lo studio anemologico, lo studio di impatto paesaggistico, la relazione vegetazionale, la relazione faunistica, lo studio di impatto elettro-magnetico, ecc.

La scelta di un singolo modello commerciale rispetto agli altri è da considerarsi antieconomica ed inopportuna dal punto di vista progettuale e tecnologico. Infatti, vincolare il progetto ad uno specifico modello commerciale comporterebbe le seguenti conseguenze:

- al momento del rilascio dell’autorizzazione alla costruzione del progetto, il modello commerciale scelto potrebbe essere superato dal punto di vista delle migliori tecnologie disponibili da altri modelli più recenti. Si potrebbero, per esempio, avere modelli analoghi in grado di garantire la stessa performance energetica con minori impatti ambientali e questo beneficio non sarebbe quindi conseguibile;
- il venditore dello specifico modello commerciale potrebbe avvalersi di una sorta di situazione di monopolio e quindi fissare il prezzo fuori dal mercato, obbligando il proponente a realizzare un progetto non sostenibile economicamente.

7.2. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO

7.2.1. AEROGENERATORI

Un aerogeneratore o una turbina eolica trasforma l’energia cinetica posseduta dal vento in energia elettrica senza l’utilizzo di alcun combustibile e passando attraverso lo stadio di conversione in energia meccanica di rotazione effettuato dalle pale. Come illustrato meglio di seguito, al fine di sfruttare l’energia cinetica contenuta nel vento, convertendola in energia elettrica una turbina eolica utilizza diversi componenti sia meccanici che elettrici. In particolare, il rotore (pale e mozzo) estrae l’energia dal vento convertendola in energia meccanica di rotazione e costituisce il “motore primo” dell’aerogeneratore, mentre la conversione dell’energia meccanica in elettrica è effettuata grazie alla presenza di un generatore elettrico.

Un aerogeneratore richiede una velocità minima del vento (cut-in) di 2-4 m/s ed eroga la potenza di progetto ad una velocità del vento di 10-14 m/s. A velocità elevate, generalmente di 20-25 m/s (cut-off) la turbina viene arrestata dal sistema frenante per ragioni di sicurezza. Il blocco può avvenire con veri e propri freni meccanici che arrestano il rotore o, per le pale ad inclinazione variabile “nascondendo” le stesse al vento mettendole nella cosiddetta posizione a “bandiera”.

Le turbine eoliche possono essere suddivise in base alla tecnologia costruttiva in due macro-famiglie:

- turbine ad asse verticale - VAWT (Vertical Axis Wind Turbine),
- turbine ad asse orizzontale – HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine).

Le turbine VAWT costituiscono l’1% delle turbine attualmente in uso, mentre il restante 99% è costituito dalle HAWT. Delle turbine ad asse orizzontale, circa il 99% di quelle installate è a tre pale mentre l’1% a due pale.

L’aerogeneratore eolico ad asse orizzontale è costituito da una **torre** tubolare in acciaio che porta alla sua sommità la **navicella**, all’interno della quale sono alloggiati l’albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l’albero veloce, il generatore elettrico ed i dispositivi ausiliari. All’estremità dell’albero lento, corrispondente all’estremo anteriore della navicella, è fissato il **rotore** costituito da un mozzo sul quale sono montate le pale. La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l’asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata); inoltre è dotata di un sistema di controllo del passo che, in corrispondenza di alta velocità del vento, mantiene la produzione di energia al suo valore nominale indipendentemente dalla temperatura e dalla densità dell’aria; in corrispondenza invece di bassa velocità del vento, il sistema a passo variabile e quello di controllo ottimizzano la produzione di energia scegliendo la combinazione ottimale tra velocità del rotore e angolo di orientamento delle pale in modo da avere massimo rendimento.

Torre di sostegno

La torre è caratterizzata da quattro moduli tronco conici in acciaio ad innesto. I tronconi saranno realizzati in officina quindi trasportati e montati in cantiere. Alla base della torre ci sarà una porta che permetterà l’accesso ad una scala montata all’interno, dotata ovviamente di opportuni sistemi di protezione (parapetti). La torre sarà protetta contro la corrosione da un sistema di verniciatura multistrato. Allo scopo di ridurre al minimo la necessità di raggiungere la navicella tramite le scale, il sistema di controllo del convertitore e di comando dell’aerogeneratore saranno sistemati in quadri montati su una piattaforma separata alla base della torre. L’energia elettrica prodotta verrà trasmessa alla base della torre tramite cavi installati su una passerella verticale ed opportunamente schermati. Per la trasmissione dei segnali di controllo alla navicella saranno installati cavi a fibre ottiche. Torri, navicelle e pali saranno realizzati con colori che si inseriscono armonicamente nell’ambiente circostante, fatte salve altre tonalità derivanti da disposizioni di sicurezza.

Pale

Le pale sono in fibra di vetro rinforzata con resina epossidica e fibra di carbonio. Esse sono realizzate con due gusci ancorati ad una trave portante e sono collegate al mozzo per mezzo di cuscinetti che consentono la rotazione della pala attorno al proprio asse (pitch system). I cuscinetti sono sferici a 4 punte e vengono collegati al mozzo tramite bulloni.

Navicella

La navicella ospita al proprio interno la catena cinematica che trasmette il moto dalle pale al generatore elettrico. Una copertura in fibra di vetro protegge i componenti della macchina dagli agenti atmosferici e riduce il rumore prodotto a livelli accettabili. Sul retro della navicella è posta una porta attraverso la quale, mediante l’utilizzo di un palanco, possono essere rimossi attrezzature e componenti della navicella. L’accesso al tetto avviene attraverso un lucernario. La navicella, inoltre, è provvista di illuminazione.

Il sistema frenante

Il sistema frenante, attraverso la “messa in bandiera” delle pale e l’azionamento del freno di stazionamento dotato di sistema idraulico, permette di arrestare all’occorrenza la rotazione dell’aerogeneratore. E’ presente anche un sistema di frenata

d'emergenza a ganasce che, tramite attuatori idraulici veloci, ferma le pale in brevissimo tempo. Tale frenata, essendo causa di importante fatica meccanica per tutta la struttura della torre, avviene solo in caso di avaria grave, di black-out della rete o di intervento del personale attraverso l'azionamento degli appositi pulsanti di emergenza.

Rotore

Il rotore avrà una velocità di rotazione variabile. Combinato con un sistema di regolazione del passo delle pale, fornisce la migliore resa possibile adattandosi nel contempo alle specifiche della rete elettrica (accoppiamento con generatore) e minimizzando le emissioni acustiche. Le pale, a profilo alare, sono ottimizzate per operare a velocità variabile e saranno protette dalle scariche atmosferiche da un sistema parafulmine integrato. L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto è il mozzo. I cuscinetti delle pale sono imbullonati direttamente sul mozzo, che sostiene anche le flange per gli attuatori di passo e le corrispondenti unità di controllo. Il gruppo mozzo è schermato secondo il principio della gabbia di Faraday, in modo da fornire la protezione ottimale ai componenti elettronici installati al suo interno. Il mozzo sarà realizzato in ghisa fusa a forma combinata di stella e sfera, in modo tale da ottenere un flusso di carico ottimale con un peso dei componenti ridotto e con dimensioni esterne contenute.

Durante il funzionamento sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico. Con bassa velocità del vento e a carico parziale il generatore eolico opera a passo delle pale costante e velocità del rotore variabile, sfruttando costantemente la miglior aerodinamica possibile al fine di ottenere un'efficienza ottimale. La bassa velocità del rotore alle basse velocità è piacevole e mantiene bassi i livelli di emissione acustica. A potenza nominale e ad alte velocità del vento il sistema di controllo del rotore agisce sull'attuatore del passo delle pale per mantenere una generazione di potenza costante; le raffiche di vento fanno accelerare il rotore che viene gradualmente rallentato dal controllo del passo. Questo sistema di controllo permette una riduzione significativa del carico sul generatore eolico fornendo contemporaneamente alla rete energia ad alto livello di compatibilità. Le pale sono collegate al mozzo mediante cuscinetti a doppia corona di rulli a quattro contatti ed il passo è regolato autonomamente per ogni pala. Gli attuatori del passo, che ruotano con le pale, sono motori a corrente continua ed agiscono sulla dentatura interna dei cuscinetti a quattro contatti tramite un ingranaggio epicicloidale a bassa velocità. Per sincronizzare le regolazioni delle singole pale viene utilizzato un controller sincrono molto rapido e preciso. Per mantenere operativi gli attuatori del passo in caso di guasti alla rete o all'aerogeneratore ogni pala del rotore ha un proprio set di batterie che ruotano con la pala. Gli attuatori del passo, la carica batteria ed il sistema di controllo sono posizionati nel mozzo del rotore in modo da essere completamente schermati e quindi protetti in modo ottimale contro gli agenti atmosferici o i fulmini. Oltre a controllare la potenza in uscita il controllo del passo serve da sistema di sicurezza primario.

Durante la normale azione di frenaggio i bordi d'attacco delle pale vengono ruotati in direzione del vento. Il meccanismo di controllo del passo agisce in modo indipendente su ogni pala. Pertanto, nel caso in cui l'attuatore del passo dovesse venire a mancare su due pale, la terza può ancora riportare il rotore sotto controllo ad una velocità di rotazione sicura nel giro di pochi secondi. In tal modo si ha un sistema di sicurezza a tripla ridondanza. Quando l'aerogeneratore è in posizione di parcheggio, le pale del rotore vengono messe a bandiera. Ciò riduce nettamente il carico sull'aerogeneratore, e quindi sulla torre. Tale posizione, viene pertanto attuata in condizioni climatiche di bufera.

Sistema di controllo

Tutto il funzionamento dell'aerogeneratore è controllato da un sistema a microprocessori che attua un'architettura multiprocessore in tempo reale. Tale sistema è collegato a un gran numero di sensori mediante cavi a fibre ottiche. In tal modo si garantisce la più alta rapidità di trasferimento del segnale e la maggior sicurezza contro le correnti vaganti o i colpi di fulmine. Il computer installato nell'impianto definisce i valori di velocità del rotore e del passo delle pale e funge quindi anche da sistema di supervisione dell'unità di controllo distribuite dell'impianto elettrico e del meccanismo di controllo del passo alloggiato nel mozzo.

La tensione di rete, la fase, la frequenza, la velocità del rotore e del generatore, varie temperature, livelli di vibrazione, la pressione dell’olio, l’usura delle pastiglie dei freni, l’avvolgimento dei cavi, nonché le condizioni meteorologiche vengono monitorate continuamente. Le funzioni più critiche e sensibili ai guasti vengono monitorate con ridondanza. In caso di emergenza si può far scattare un rapido arresto mediante un circuito cablato in emergenza, persino in assenza del computer e dell’alimentazione esterna. Tutti i dati possono essere monitorati a distanza in modo da consentirne il telecontrollo e la tele gestione di ogni singolo aerogeneratore.

Impianto elettrico del generatore eolico

L’impianto elettrico è un componente fondamentale per un rendimento ottimale ed una fornitura alla rete di energia di prima qualità. Il generatore asincrono a doppio avvolgimento consente il funzionamento a velocità variabile con limitazione della potenza da inviare al circuito del convertitore, ed in tal modo garantisce le condizioni di maggior efficienza dell’aerogeneratore. Con vento debole la bassa velocità di inserimento va a tutto vantaggio dell’efficienza, riduce le emissioni acustiche, migliora le caratteristiche di fornitura alla rete. Il generatore a velocità variabile livella le fluttuazioni di potenza in condizioni di carico parziale ed offre un livellamento quasi totale in condizioni di potenza nominale. Ciò porta a condizioni di funzionamento più regolari dell’aerogeneratore e riduce nettamente i carichi dinamici strutturali. Le raffiche di vento sono “immagazzinate” dall’accelerazione del rotore e sono convogliate gradatamente alla rete. La tensione e la frequenza fornite alla rete restano assolutamente costanti. Inoltre, il sistema di controllo del convertitore può venire adattato ad una grande varietà di condizioni di rete e può persino servire reti deboli. Il convertitore è controllato attraverso circuiti di elettronica di potenza da un microprocessore a modulazione di ampiezza d’impulso. La fornitura di corrente è quasi completamente priva di flicker, la gestione regolabile della potenza reattiva, la bassa distorsione, ed il minimo contenuto di armoniche definiscono una fornitura di energia eolica di alta qualità.

La bassa potenza di cortocircuito permette una migliore utilizzazione della capacità di rete disponibile e può evitare costosi interventi di potenziamento della rete. Grazie alla particolare tecnologia delle turbine previste, non sarà necessaria la realizzazione di una cabina di trasformazione BT/ max 36kV, alla base di ogni palo in quanto questa è già alloggiata all’interno della torre d’acciaio; il trasformatore BT/ max 36kV, con la relativa quadristica fa parte dell’aerogeneratore ed è interamente installato all’interno dell’aerogeneratore stesso, a base torre. Per la Rete è stato individuato un trasformatore; il gruppo sarà collegato alla rete attraverso pozzetti di linea per mezzo di cavi posati direttamente in cavidotti interrati convenientemente segnalati.

Fondazioni

Trattasi di un plinto in cls armato di grandi dimensioni, di forma in pianta circolare di diametro massimo pari a 30,00 mt, con un nocciolo centrale cilindrico con diametro massimo pari a 8,00 mt, con altezza complessiva pari a 3,50 mt.

Tale fondazione è di tipo indiretto su 18 pali di diametro 1200 mm, posizionati su una corona di raggio 13,50 mt e lunghezza variabile da 20 a 30 mt.

La sezione è rastremata a partire dal perimetro esterno, spessore 110 cm, fino al contatto con il nocciolo centrale citato dove lo spessore della sezione è di 350 cm. Le dimensioni **potranno subire modifiche** nel corso dei successivi livelli di progettazione.

Per le opere oggetto della presente relazione si prevede l’utilizzo dei seguenti materiali:

Calcestruzzo per opere di fondazione

Classe di esposizione	XC4
Classe di resistenza	C32/40
Resist, caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 32 \text{ N/mm}^2$
Resist, caratteristica a compressione cubica	$R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 33350 \text{ N/mm}^2$
Resist, di calcolo a compressione	$f_{cd} = 18,13 \text{ N/mm}^2$

Resist, caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 2,11 \text{ N/mm}^2$
Resist, di calcolo a trazione	$f_{ctd} = 1,41 \text{ N/mm}^2$
Resist, caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctk} = 2,53 \text{ N/mm}^2$
Resist, di calcolo a trazione per flessione	$f_{ctd} = 1,68 \text{ N/mm}^2$
Rapporto acqua/cemento max	0,50
Contenuto cemento min	340 kg/m ³
Diametro inerte max	25 mm
Classe di consistenza	S4
<u>Acciaio per armature c.a.</u>	
Acciaio per armatura tipo	B450C
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

Dati caratteristici

Posizione rotore: sopravvento
Regolazione di potenza: a passo variabile
Diametro rotore: max 170 m
Area spazzata: max 22.698 m ²
Direzione di rotazione: senso orario
Temperatura di esercizio: -20°C / +40°C
Velocità del vento all'avviamento: min 3 m/s
Arresto per eccesso di velocità del vento: 25 m/s
Freni aerodinamici: messa in bandiera totale
Numero di pale: 3

7.2.2. VIABILITÀ E PIAZZOLE

Piazzole di costruzione

Il montaggio dell'aerogeneratore richiede la predisposizione di aree di dimensioni e caratteristiche opportune, necessarie per accogliere temporaneamente sia i componenti delle macchine (elementi della torre, pale, navicella, mozzo, etc.) che i mezzi necessari al sollevamento dei vari elementi. In corrispondenza della zona di collocazione della turbina si realizza una piazzola provvisoria delle dimensioni, come di seguito riportate, diverse in base all'orografia del suolo e alle modalità di deposito e montaggio della componentistica delle turbine, disposta in piano e con superficie in misto granulare, quale base di appoggio per le sezioni della torre, la navicella, il mozzo e l'ogiva. Lungo un lato della piazzola, su un'area idonea, si prevede area stoccaggio blade, in seguito calettate sul mozzo mediante una idonea gru, con cui si prevede anche al montaggio dell'ogiva. Il montaggio dell'aerogeneratore (cioè, in successione, degli elementi della torre, della navicella e del rotore) avviene per mezzo di una gru tralicciata, posizionata a circa 25-30 m dal centro della torre e precedentemente assemblata sul posto; si ritiene pertanto necessario realizzare uno spazio idoneo per il deposito degli elementi del braccio della gru tralicciata. Parallelamente a questo spazio si prevede una pista per il transito dei mezzi ausiliari al deposito e montaggio della gru, che si prevede coincidente per quanto possibile con la parte terminale della strada di accesso alla piazzola al fine di limitare al massimo le aree occupate durante i lavori. Le dimensioni planimetriche massime delle singole piazzole sono circa 40 x 70 m.



Figura 7 – Piazzola per il montaggio dell’aerogeneratore

Viabilità di costruzione

La viabilità interna sarà costituita da una serie di strade e di piste di accesso che consentiranno di raggiungere agevolmente tutte le postazioni in cui verranno collocati gli aerogeneratori.

Tale viabilità interna sarà costituita sia da strade già esistenti che da nuove strade appositamente realizzate.

Le strade esistenti verranno adeguate in alcuni tratti per rispettare i raggi di curvatura e l’ingombro trasversale dei mezzi di trasporto dei componenti dell’aerogeneratore. Tali adeguamenti consistiranno quindi essenzialmente in raccordi agli incroci di strade e ampliamenti della sede stradale nei tratti di minore larghezza, per la cui esecuzione sarà richiesta l’asportazione, lateralmente alle strade, dello strato superficiale di terreno vegetale e la sua sostituzione con uno strato di misto granulare stabilizzato. Le piste di nuova costruzione avranno una larghezza di 5 m e su di esse, dopo l’esecuzione della necessaria compattazione, verrà steso uno strato di geotessile, quindi verrà realizzata una fondazione in misto granulare dello spessore di 50 cm e infine uno strato superficiale di massiccata dello spessore di 10 cm. Verranno eseguite opere di scavo, compattazione e stabilizzazione nonché riempimento con inerti costipati e rullati così da avere un sottofondo atto a sostenere i carichi dei mezzi eccezionali nelle fasi di accesso e manovra. La costruzione delle strade di accesso in fase di cantiere e di quelle definitive dovrà rispettare adeguate pendenze sia trasversali che longitudinali allo scopo di consentire il drenaggio delle acque impedendo gli accumuli in prossimità delle piazzole di lavoro degli aerogeneratori. A tal fine le strade dovranno essere realizzate con sezione a pendenza con inclinazione di circa il 2%.

Piazzole e viabilità in fase di ripristino

A valle del montaggio dell’aerogeneratore, tutte le aree adoperate per le operazioni verranno ripristinate, tornando così all’uso originario, e la piazzola verrà ridotta per la fase di esercizio dell’impianto ad una superficie di circa 1500 mq oltre l’area occupata dalla fondazione, atte a consentire lo stazionamento di una eventuale autogru da utilizzarsi per lavori di manutenzione. Le aree esterne alla piazzola definitiva, occupate temporaneamente per la fase di cantiere, verranno ripristinate alle condizioni iniziali.

7.2.3. CAVIDOTTI MT

Al di sotto della viabilità interna al parco o al di sotto delle proprietà private, correranno i cavi di media tensione che trasmetteranno l’energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori alla sottostazione MT/AT e quindi alla rete elettrica nazionale.

Caratteristiche Elettriche del Sistema MT

Tensione nominale di esercizio (U)	30 KV	
Tensione massima (Um)	36 KV	
Frequenza nominale del sistema	50 Hz	
stato del neutro	isolato	
Massima corrente di corto circuito trifase		(1)
Massima corrente di guasto a terra monofase e durata		(1)

Note:

(1) da determinare durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici.

Cavo 30 KV: Caratteristiche Tecniche e Requisiti

Tensione di esercizio (Ue) 30 kV

Tipo di cavo Cavo MT unipolare schermato con isolamento estruso, riunito ad elica visibile Note:

Sigla di identificazione	ARE4H5E
Conduttori	Alluminio
Isolamento	Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)
Schermo	filo di rame
Guaina esterna	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici
Potenza da trasmettere	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici
Sezione conduttore	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici
Messa a terra della guaina	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici
Tipo di posa	Direttamente interrato

Buche e Giunti

Nelle buche giunti si prescrive di realizzare una scorta sufficiente a poter effettuare un eventuale nuovo giunto (le dimensioni della buca giunti devono essere determinate dal fornitore in funzione del tipo di cavo MT utilizzato ed in funzione delle sue scelte operative).

Nella seguente figura si propone un tipico in cui si evidenzia il richiesto sfasamento dei giunti di ogni singola fase.

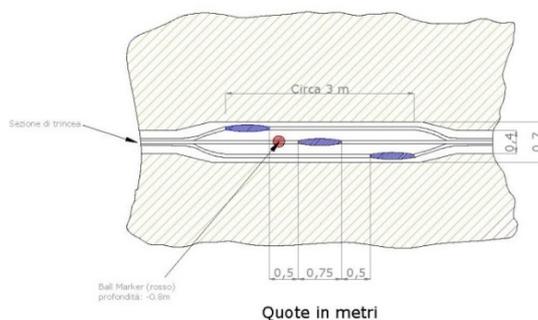


Figura 8 – Sfasamento dei giunti di ogni singola fase

Sono prescritte le seguenti ulteriori indicazioni:

- Il fondo della buca giunti deve garantire che non vi sia ristagno di acqua piovana o di corrivazione; se necessario, le buche giunti si devono posizionare in luoghi appositamente studiati per evitare i ristagni d’acqua. Gli strati di ricoprimento

sino alla quota di posa della protezione saranno eseguiti come nella sezione di scavo;

- La protezione, che nella trincea corrente può essere in PVC, nelle buche giunti deve essere sostituita da lastre in cls armato delle dimensioni 50 X 50 cm e spessore minimo pari a cm 4, dotate di golfari o maniglie per la movimentazione, Tutta la superficie della buca giunti deve essere “ricoperta” con dette lastre, gli strati superiori di ricoprimento saranno gli stessi descritti per la sezione corrente in trincea;
- Segnalamento della buca giunti con le “ball marker”.

Posa dei cavi

La posa dei cavi di potenza sarà preceduta dal livellamento del fondo dello scavo e la posa di un cavidotto in tritubo DN50, per la posa dei cavi di comunicazione in fibra ottica. Tale tubo protettivo dovrà essere posato nella trincea in modo da consentire l’accesso ai cavi di potenza (apertura di scavo) per eventuali interventi di riparazione ed esecuzione giunti senza danneggiare il cavo di comunicazione.

La posa dei tubi dovrà avvenire in maniera tale da evitare ristagni di acqua (pendenza) e avendo cura nell’esecuzione delle giunzioni. Durante la posa delle tubazioni sarà inserito in queste un filo guida in acciaio.

La posa dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni della Norma CEI 11-17, in particolare per quanto riguarda le temperature minime consentite per la posa e i raggi di curvatura minimi.

La bobina deve essere posizionata con l’asse di rotazione perpendicolare al tracciato di posa ed in modo che lo svolgimento del cavo avvenga dall’alto evitando di invertire la naturale curvatura del cavo nella bobina.

Scavi e Rinterri

Lo scavo sarà a sezione ristretta, con una larghezza variabile da cm 50 a 120 al fondo dello scavo; la sezione di scavo sarà parallelepipedica con le dimensioni come da particolare costruttivo relativo al tratto specifico.

Dove previsto, sul fondo dello scavo, verrà realizzato un letto di sabbia lavata e vagliata, priva di elementi organici, a bassa resistività e del diametro massimo pari 2 mm su cui saranno posizionati i cavi direttamente interrati, a loro volta ricoperti da un ulteriore strato di sabbia dello spessore minimo, misurato rispetto all’estradosso dei cavi di cm 10, sul quale posare il tritubo. Anche il tritubo deve essere rinfiancato, per tutta la larghezza dello scavo, con sabbia fine sino alla quota minima di cm 20 rispetto all’estradosso dello stesso tritubo.

Sopra la lastra di protezione in PVC l’appaltatrice dovrà riempire la sezione di scavo con misto granulometrico stabilizzato della granulometria massima degli inerti di cm 6, provvedendo ad una adeguata costipazione per strati non superiori a cm 20 e bagnando quando necessario.

Alla quota di meno 35 cm rispetto alla strada, si dovrà infine posizionare il nastro monitor bianco e rosso con la dicitura “cavi in tensione 30 kV” così come previsto dalle norme di sicurezza.

Le sezioni di scavo devono essere ripristinate in accordo alle sezioni tipiche sopracitate.

Nei tratti dove il cavidotto viene posato in terreni coltivati il riempimento della sezione di scavo sopra la lastra di protezione sarà riempito con lo stesso materiale precedentemente scavato, previa caratterizzazione ambientale che ne evidenzia la non contaminazione; l’appaltatore deve provvedere, durante la fase di scavo ad accantonare lungo lo scavo il terreno vegetale in modo che, a chiusura dello scavo, il vegetale stesso potrà essere riposizionato sulla parte superiore dello scavo.

Lo scavo sarà a sezione obbligata sarà eseguito dall’Appaltatore con le caratteristiche riportate nella sezione tipica di progetto. In funzione del tipo di strada su cui si deve posare, in particolare in terreni a coltivo o similari, si prescrive una quota di scavo non inferiore a 1,30 metri.

Nei tratti in attraversamento o con presenza di manufatti interrati che non consentano il rispetto delle modalità di posa indicate, sarà necessario provvedere alla posa ad una profondità maggiore rispetto a quella tipica; sia nel caso che il sotto servizio debba

essere evitato posando il cavidotto al di sotto o al di sopra dello stesso, l’appaltatore dovrà predisporre idonee soluzioni progettuali che permettano di garantire la sicurezza del cavidotto, il tutto in accordo con le normative. In particolare, si prescrive l’utilizzo di calcestruzzo o lamiera metalliche a protezione del cavidotto, previo intubamento dello stesso, oppure l’intubamento all’interno di tubazioni in acciaio. Deve essere garantita l’integrità del cavidotto nel caso di scavo accidentale da parte di terzi. In tali casi dovranno essere resi contestualmente disponibili i calcoli di portata del cavo nelle nuove condizioni di installazione puntuali proposte.

Negli attraversamenti gli scavi dovranno essere eseguiti sotto la sorveglianza del personale dell’ente gestore del servizio attraversato. Nei tratti particolarmente pendenti, o in condizioni di posa non ottimali per diversi motivi, l’appaltatore deve predisporre delle soluzioni da presentare al Committente con l’individuazione della soluzione proposta per poter eseguire la posa del cavidotto in quei punti singolari.

Dove previsto il rinterro con terreno proveniente dagli scavi, tale terreno dovrà essere opportunamente vagliato al fine di evitare ogni rischio di azione meccanica di rocce e sassi sui cavi.

Segnalazione del Cavidotto

Tutto il percorso del cavidotto, una volta posato, dovrà essere segnalato con apposite paline di segnalazione installate almeno ogni 250 m. La palina dovrà contenere un cartello come quello sotto riportato e con le seguenti informazioni:

- Cavi interrati 30 kV con simbolo di folgorazione;
- Il nome della proprietà del cavidotto;
- La profondità e la distanza del cavidotto dalla palina,

La posizione delle paline sarà individuata dopo l’ultimazione dei lavori ma si può ipotizzare l’installazione di una palina ogni 250 metri. Il palo su cui installare il cartello sarà un palo di diametro $\Phi 50$ mm, zincato a caldo dell’altezza fuori terra di minimo 1,50 m, installato con una fondazione in cls delle dimensioni 50 x 50 x 50 cm.

Di seguito si riporta una targa tipica di segnalazione utilizzata (ovviamente da personalizzare al progetto).

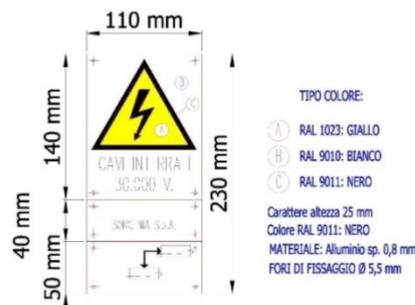


Figura 9 – Targa tipica di segnalazione

7.2.4. IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE

L’impianto di utenza per la connessione è costituito:

- dall’esistente Stazione Elettrica di Utenza 150/30 kV di Tergu, opportunamente potenziata,
- dal collegamento aereo tra quest’ultima e l’esistente ed adiacente C.P. di Enel Distribuzione S.p.A. di Tergu.

7.2.4.1. STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA

L’esistente Stazione Elettrica di Utenza, per cui è previsto un ammodernamento tecnico con conseguente demolizione delle opere attualmente presenti (stallo di trasformazione 150/20 kV, edificio quadri e parte della recinzione), insiste su un’area di circa 2.200 m².

L’ammodernamento tecnico in oggetto prevede la realizzazione di due stalli di trasformazione 150/30 kV; ciascuno stallo è

costituito da isolatore, sezionatore, TV protezione, interruttore tripolare, trasformatore di corrente, scaricatore di sovratensione, trasformatore 150/30 kV con potenza nominale di 70 MVA.

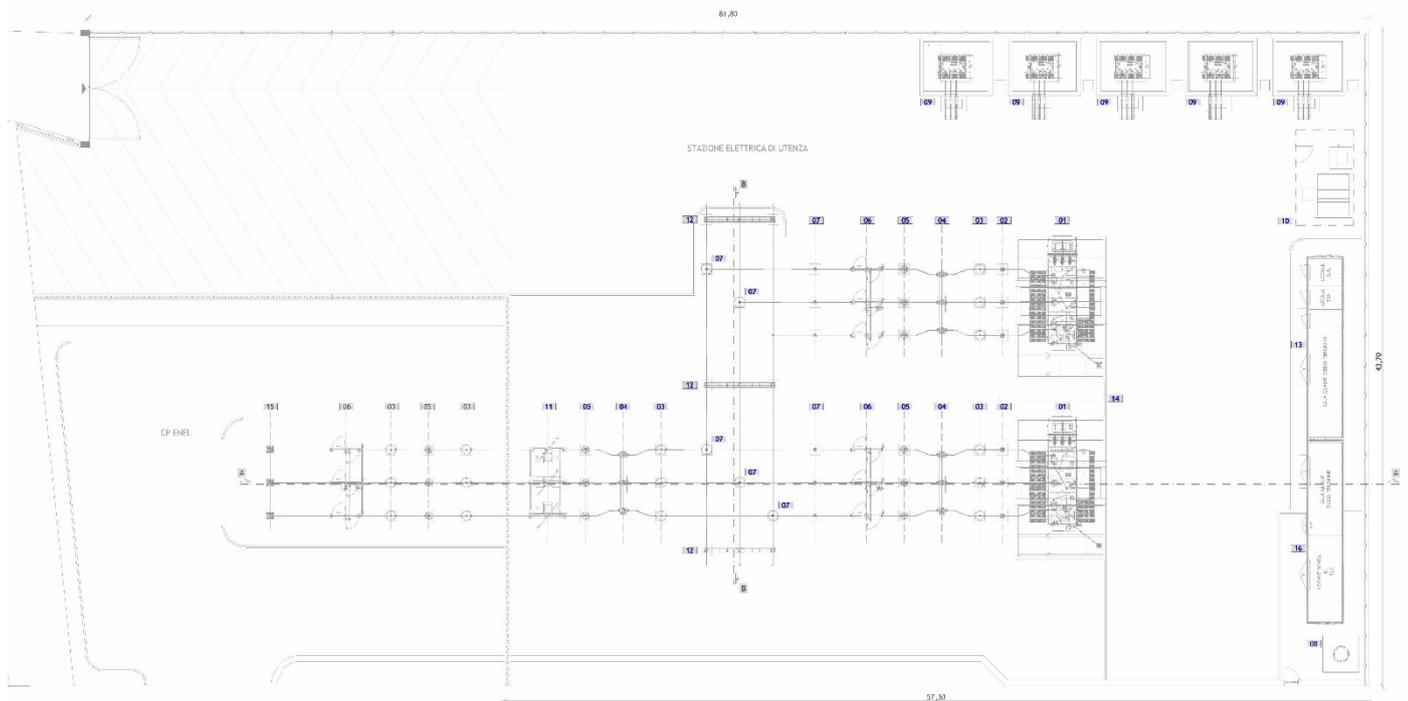
È prevista una sbarra di collegamento tra i due stalli di trasformazione costituita da portale sbarre e isolatori.

L'ammodernamento tecnico prevede, inoltre, uno stallo destinato alla connessione verso l'esistente C.P. di Enel Distribuzione S.p.A. equipaggiato con trasformatore di corrente, interruttore tripolare, TV protezione, sezionatore con lame di terra.

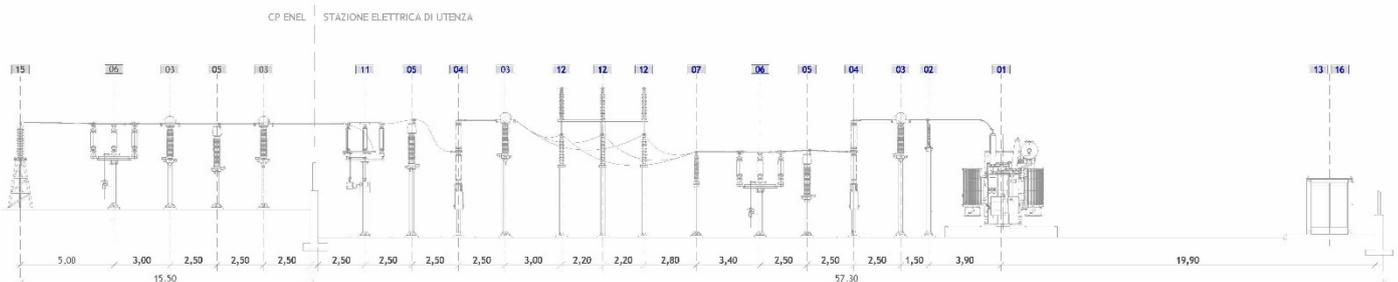
All'interno della Stazione Elettrica di Utenza è prevista anche la realizzazione di un edificio quadri, un edificio BT + SCADA e TLC, cinque reattori Shunt e un TFN + Resistore.

A seguito dell'ammodernamento tecnico descritto, l'esistente Stazione Elettrica di Utenza subirà un piccolo ampliamento, a causa del quale la sua area diventerà di circa 2.500 m².

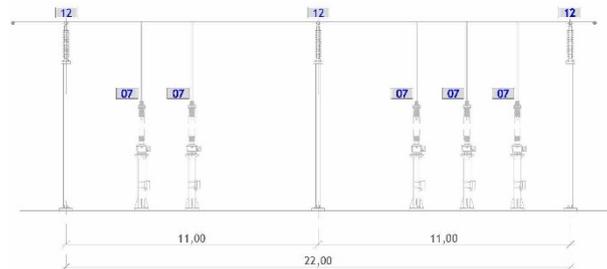
Si riporta di seguito la planimetria elettromeccanica con le relative sezioni della soluzione tecnica innanzi generalizzata.



Sezione A-A



Sezione B-B



LEGENDA OPERE IN PROGETTO	
RIF.	DESCRIZIONE
01	Trasformatore 150/30 kV
02	Scaricatore di sovratensione
03	Trasformatore di corrente
04	Interruttore tripolare
05	TV Protezione
06	Sezionatore
07	Isolatore
08	Antenna TLC
09	Reattore Shunt (A. 17 codice di rete)
10	TFN+RESISTORE (A.17 CODICE DI RETE)
11	Sezionatore con lame di terra
12	Portale sbarre
13	Edificio quadri
14	Muro parafiamma
15	Terminale cavi AT
16	Edificio BT + scada e TLC
XX	Opere esistenti
XX	Opere in progetto

Figura 10 – Planimetria e sezioni elettromeccaniche della Stazione Elettrica di Utenza

Caratteristiche tecniche civili

Gli interventi e le principali opere civili, realizzate preliminarmente all’installazione delle apparecchiature in premessa descritte, sono:

- edifici Shelter;
- fondazioni TFN + Resistore e Reattore Shunt;
- formazione della rete interrata di distribuzione dei cavi elettrici sia a bassa tensione BT che MT, costituita da tubazioni e pozzetti, varie dimensioni e formazioni;
- costruzione delle fondazioni in calcestruzzo armato, di vari tipi e dimensioni, su cui sono state montate le apparecchiature e le macchine elettriche poste all’interno dello stallo;

Edificio quadri

La cabina sarà preassemblata, composta da struttura in acciaio e pannelli in lamiera sandwich, ed ancorata a plinti di fondazioni in calcestruzzo tramite struttura in acciaio.

Si riportano di seguito pianta e prospetti.



Figura 11 – Planimetria e prospetti dell’edificio quadri

Edificio BT + SCADA e TLC

La cabina sarà preassemblata, composta da struttura in acciaio e pannelli in lamiera sandwich, ed ancorata a plinti di fondazioni in calcestruzzo tramite struttura in acciaio.

Si riportano di seguito pianta e prospetti.



Figura 12 – Planimetria e prospetti dell’Edificio BT + SCADA e TLC

Si rimanda per ulteriori approfondimenti al documento “224308_D_D_0453 Stazione elettrica di utenza da ammodernare – disegni architettonici edifici”.

Fondazioni

Le fondazioni per le apparecchiature sono state realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera; in particolare, la fondazione di supporto per il Trasformatore 150/30 kV è costituito da una piastra in c.a. a contatto con il terreno sulla quale sono impostate

delle pareti per l’appoggio dei componenti del trasformatore. Il perimetro è realizzato da pareti in c.a. in modo da formare una vasca di raccolta olio.

Le fondazioni di supporto per le apparecchiature sono costituite da una piastra di base in c.a. a contatto con il terreno sulla quale è stato realizzato un batolo per l’ancoraggio delle apparecchiature sovrastanti.

Recinzione esterna

Si prevede la realizzazione della recinzione esterna, lì dove la Stazione Elettrica di Utenza è stata ampliata. La soluzione prevista è caratterizzata da un muro a mensola in cemento armato con base rettangolare.

7.2.5. IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE

L’impianto di rete per la connessione è esistente ed è ubicato all’interno della C.P. di Enel Distribuzione S.p.A, adiacente alla Stazione Elettrica di Utenza.

8. IDONEITÀ RETI ESTERNE SERVIZI

Con riferimento all’*infrastruttura viaria*, le strade esistenti verranno adeguate in alcuni tratti per rispettare i raggi di curvatura e l’ingombro trasversale dei mezzi di trasporto dei componenti dell’aerogeneratore. Saranno poi realizzate una serie di strade e di piste di accesso che consentiranno di raggiungere agevolmente tutte le postazioni in cui verranno collocati gli aerogeneratori. Nel complesso non sono previste significative opere viarie per il raggiungimento degli aerogeneratori in progetto, essendo l’infrastruttura viaria locale mediamente articolata e dunque nel complesso idonea alla realizzazione del Progetto.

Per quanto riguarda l’*infrastruttura elettrica*, si precisa che all’interno di ogni torre trovano adeguata collocazione i cavi per il convogliamento ed il trasporto dell’energia prodotta e poi convogliata nella rete di interconnessione interna al parco eolico, per essere canalizzata tramite elettrodotto interrato alla Stazione Elettrica di Utenza collegata a sua volta alla Stazione con Sbarre AT di raccolta ed in ultimo riversata nella rete elettrica del Gestore Nazionale.

9. CENSIMENTO DELLE INTERFERENZE E DEGLI ENTI GESTORI

Le interferenze rilevate sono essenzialmente di natura progettuale (interferenze con il percorso dell’elettrodotto interrato) e logistica (interferenze con i trasporti). In particolare, vengono di seguito riportate le tipologie di interferenze rilevate:

- *Interferenze lungo il percorso del cavidotto di progetto:*
 - Strade provinciale e Comunali (Ente gestore: Provincia di Sassari, Comuni);
- *Interferenze lungo la viabilità d’accesso dei mezzi di trasporto:*
 - Elettrodotti aerei (verificata per tutte le linee aeree la compatibilità di quota rispetto al carico)

9.1. PROGETTO DELL’INTERVENTO DI RISOLUZIONE DELLA SINGOLA INTERFERENZA

Allo stato attuale tutte le soluzioni progettuali illustrate sono da intendersi indicative. Per tale attività sono stati effettuati appositi sopralluoghi al fine di individuare tutte le interferenze del cavidotto di progetto. Per ogni interferenza individuata è stata ipotizzata una soluzione progettuale basata sulla constatazione dello stato dei luoghi, sulla base delle esperienze pregresse per lavori simili e sulla base delle direttive stabilite dagli Enti Gestori delle infrastrutture incontrate.

Per una descrizione più dettagliata di ogni singola interferenza si rimanda ai seguenti elaborati:

- 224308_D_D_0201 Planimetria di progetto su CTR con indicazione dei tracciati delle reti esterne e localizzazione delle centrali - Foglio 1
- 224308_D_D_0202 Planimetria di progetto su CTR con indicazione dei tracciati delle reti esterne e localizzazione delle centrali - Foglio 2
- 224308_D_D_0302 Dettagli costruttivi cavidotto MT

